NGÔ NGỌC AN

HOÁ HỌC nâng cao 10

- Bồi dưỡng học sinh giỏi
- Ôn luyện thi vào Đại học

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NGÔ NGỌC AN

HÓA HỌC
NÂNG CAO
10

- Bồi dưỡng học sinh khá giỏi
- Ôn luyện thi Đại học và Cao đẳng

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội
Điện thoại: Biên tập – Chế bản: (04) 39714896
Hành chính: (04) 39714899; Tổng Biên tập: (04) 39714897;
Fax: (04) 39714899

* * *

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO

Tổng biên tập: PHẠM THỊ TRÂM

Biên tập: BÙI SAO MAI
Sửa bài: VŨ NAM
Chế bản: Nhà sách HỒNG ÂN

Trình bày bìa: THÁI HỌC

***Thực hiện liên kết:* Nhà sách HỒNG ÂN**

SÁCH LIÊN KẾT

HÓA HỌC NÂNG CAO 10
Mã số: 1L - 15ĐH2011
In 1.000 cuốn, khổ 16 × 24cm tại Công ti TNHH In Bao Bì Phong Tân - TP. Hồ Chí Minh.
Số xuất bản: 107 - 2011/CXB/10 - 03/ĐHQGHN, ngày 24/1/2011.
Quyết định xuất bản số: 12LK-TN/QĐ - NXBĐHQGHN
In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2011.

Lời nói đầu

Để giúp đỡ các em khá, giỏi có thêm tài liệu tham khảo, rèn luyện kĩ năng giải toán Hoá học. Chúng tôi xin trân trọng giới thiệu với quý bạn đồng nghiệp và các em học sinh quyển ***"Hoá học 10 nâng cao Ban Khoa học Tự nhiên"****. Quyển sách đã hệ thống hoá những kiến thức cơ bản về cấu tạo nguyên tử, hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hoá học, các loại liên kết hoá học, sự điện phân, tốc độ phản ứng và cân bằng hoá học...*

Ngoài ra ở mỗi chương còn bổ sung thêm phần kiến thức nâng cao để mở rộng sự hiểu biết cho các em học sinh, các câu hỏi và bài tập tự giải nhằm rèn luyện cho các em học sinh khả năng tự học và kĩ năng làm những bài tập cho các kì thi Đại học. Sách được biên soạn theo chương trình cải cách và có thể phục vụ cho học sinh trường phân ban, cũng như học sinh trường chuyên.

Việc biên soạn dù tỉ mỉ, cẩn thận đến đâu cũng không thể tránh khỏi những sai sót ngoài ý muốn. Ước mong được đón nhận tất cả mọi ý kiến đóng góp, phê bình xây dựng từ phía các bạn đồng nghiệp, các em học sinh, để quyển sách ngày càng tốt đẹp hơn.

TÁC GIẢ

Chương 1

NGUYÊN TỬ

I. Thành phần cấu tạo của nguyên tử

1. Sự tìm ra electron

2. Sự tìm ra proton (1906 - 1916)

3. Sự phóng xạ tự nhiên

4. Sự khám phá ra hạt nhân nguyên tử

5. Sự tìm ra nơtron (1932)

6. Tóm tắt về cấu tạo nguyên tử

II. Nguyên tố hóa học - Đồng vị

III. Phản ứng hạt nhân

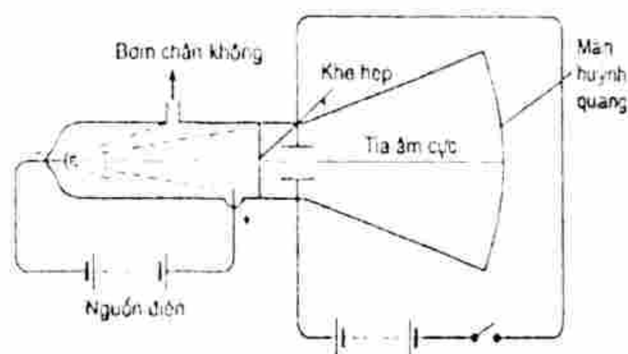
IV. Bài tập theo các chủ đề

Đáp số và hướng dẫn giải

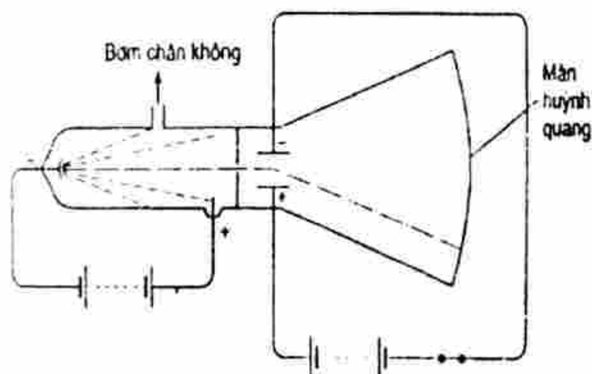
I. THÀNH PHẦN CẤU TẠO CỦA NGUYÊN TỬ

1. Sự tìm ra electron

Năm 1897 Thomson làm một thí nghiệm để nghiên cứu về dòng điện trong áp suất thấp. Ông cho phóng điện với điện thế hiệu 15000 vôn qua hai điện cực gắn vào đầu của một ống kín đã rút gần hết không khí (P còn 0,001 mmHg) thì thấy màn huỳnh quang trong ống thuỷ tinh phát sáng, như vậy xuất hiện các tia không nhìn thấy được đi từ cực âm sang cực dương. Tia này gọi là tia âm cực mà bản chất là chùm các hạt nhỏ mang điện tích âm và mỗi hạt đều có khối lượng được gọi electron kí hiệu là e (Hình 1 và 2).



Hình 1 – *Khi không có điện trường, từ trường tia âm cực truyền thẳng*



Hình 2 – *Tia âm cực bị lệch trong điện trường*

Từ đó suy ra nguyên tử có cấu tạo phức tạp mà trong đó có thành phần mang điện tích âm. Nguyên tử lại trung hòa về điện, vậy bên cạnh thành phần mang điện âm, phải có thành phần mang điện dương. Các hạt mang điện âm đặt là electron, kí hiệu: e.

2. Sự tìm ra proton (1906 - 1916)

Tương tự như thí nghiệm phát minh ra tia âm cực chỉ thay thế không khí loãng bằng các đơn chất khí khác, các nhà bác học phát minh ra loại hạt có điện tích bằng (hay lớn hơn một số nguyên lần) điện tích của electron nhưng mang điện trái dấu. Người ta đặt tên cho hạt mang điện dương có điện tích nhỏ nhất là proton. Vậy là nguyên tử có cấu tạo phức tạp gồm các hạt proton và electron.

Các hạt đó được sắp xếp như thế nào để tạo thành nguyên tử, câu hỏi được Rutherford (học trò của Thomson) trả lời trong thí nghiệm phóng chùm hạt α qua lá kim loại dát mỏng.

3. Sự phóng xạ tự nhiên

Năm 1896, Henri Becquerel phát hiện từ hợp chất muối kép của urani và kali, phát ra các tia không nhìn thấy nhưng lại tác dụng lên kính ảnh và xuyên qua được các lá kim loại mỏng. Vài năm sau, Pie và Marie Curie phát hiện ra hai nguyên tố khác cũng có tính chất như muối của urani nhưng mạnh gấp ba triệu lần. Hai ông bà Curie đặt tên cho hai nguuyên tố đó là rađi và poloni. Bà Marie Curie đặt tên cho các tia đó là tia phóng xạ.

Marie Curie-Sklodowska sinh ở Vacsava ngày 7 tháng 11 năm 1867. Thời niên thiếu bà tham gia tích cực trong phong trào cách mạng, làm việc trong nhóm do học sinh của cha bà (giáo viên toán học và vật lí học của trường trung học) tổ chức. Sau khi tốt nghiệp Đại học Tổng hợp Paris, Sklodowska cùng với Pierre Curie nghiên cứu hiện tượng phóng xạ. Do phát minh xuất sắc trong lĩnh vực này, bà đã được trao tặng học vị tiến sĩ khoa học vật lý. Sau khi chồng mất (năm 1906), Curie-Sklodowska tiếp tục hoạt động khoa học, nghiên cứu các nguyên tố phóng xạ. Năm 1910, lần đầu tiên bà điều chế được radi kim loại. Curie-Sklodowska hai lần được tặng giải thưởng Nobel (về hóa học và về vật lý học). Từ năm 1926, bà là viện sĩ danh dự của Viện Hàn lâm Khoa học Liên bang Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Xô Viết. (Nay là Viện Hàn lâm Khoa học Liên bang Nga)

Marie Curie-Sklodowska
(1867 - 1934)

Tia phóng xạ gồm ba dạng tia:

– Tia α (anpha) gồm các hạt α có khối lượng 4 đvC và điện tích gấp đôi điện tích proton, tốc độ của tia là 20.000 km/s.

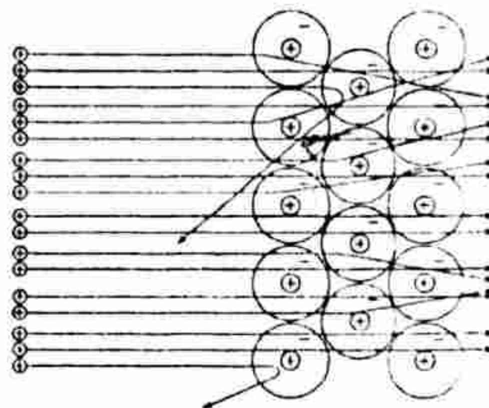
– Tia β (bêta) gồm các electron tự do, tương tự tia âm cực nhưng được phóng ra với vận tốc lớn hơn nhiều, khoảng 100.000 km/s.

– Tia γ (gamma) không mang điện có bản chất gần giống ánh sáng nhưng bước sóng nhỏ hơn.

Hiện tượng phóng xạ cho thấy nguyên tử có thể phân rã và sau quá trình biến hóa thì nguyên tử có khối lượng và điện tích dương nhỏ đi.

4. Sự khám phá ra hạt nhân nguyên tử

Năm 1911, Rutherford và các cộng tác viên đã cho các hạt α bắn phá một lá vàng mỏng và dùng màn huỳnh quang đặt sau lá vàng để theo dõi đường đi của các hạt α.



Hình 3 - Thí nghiệm chứng minh sự tồn tại của hạt nhân nguyên tử

Ernest Rutherford
(1871 - 1937)

Ernest Rutherford, một trong những nhà bác học lớn nhất trong lĩnh vực phóng xạ và cấu tạo nguyên tử, sinh ngày 30 tháng 8 năm 1871 ở Nelsom (Niu Zilơn). Ông là giáo sư vật lý ở trường Đại học Tổng hợp Montreal (Canada), sau đó từ năm 1907 ở Manchester, và từ năm 1919 ở Cambrige và London.

Từ năm 1900, Rutherford đã nghiên cứu hiện tượng phóng xạ. Ông đã phát hiện ra ba dạng tia phát ra từ các chất phóng xạ. Ông (cùng với Soddy) đã đưa ra thuyết phân rã phóng xạ; đã chứng minh sự tạo thành Heli trong nhiều quá trình phóng xạ, đã phát minh ra hạt nhân nguyên tử và nghiên cứu mô hình hạt nhân của nguyên tử, đặt cơ sở cho học thuyết hiện đại về cấu tạo nguyên tử. Năm 1919, lần đầu tiên ông đã thực hiện sự chuyển hóa nhân tạo một số nguyên tố bền bằng cách dùng các hạt α bắn phá vào chúng. Năm 1908, ông được tặng giải thưởng Nobel. Ông đã được bầu làm viện sĩ danh dự của Viện Hàn lâm Khoa học Liên Xô (nay là Viện Hàn lâm Khoa học Cộng hòa liên bang Nga)

Kết quả cho thấy đa số hạt α đi qua lá vàng mà không bị lệch hướng. Một số hạt (1/8000 so với hạt đi thẳng) bị lệch hướng và một số rất ít bị bật ngược trở lại. Kết quả này cho phép được kết luận như sau:

– Nguyên tử có cấu tạo rỗng, trên lá kim loại các phân tử tích điện dương phân bố rất thưa thớt vì thế các hạt α đi qua lá kim loại dễ dàng. Một số hạt lệch hướng và đi gần các hạt tích điện dương và các hạt này tích điện lớn nên đẩy hạt α đi lệch hướng ban đầu hoặc ngược hướng ban đầu.

Rutherford đã đưa ra mẫu cấu tạo nguyên tử như sau:

+ Hạt nhân nguyên tử tích điện dương

+ Electron quay quanh nguyên tử với vận tốc lớn tạo không gian bao bọc hạt nhân.

5. Sự tìm ra nơtron (1932)

Khi tìm ra proton và electron người ta đã xác định được khối lượng của chúng. Proton có khối lượng 1 đvC và electron có khối lượng 1/1840 đvC. Như vậy lấy khối lượng của các nguyên tử trừ đi khối lượng của proton và electron thì phần khối lượng còn lại do đâu mà có. Câu hỏi này được Chatvich trả lời bằng thí nghiệm sau:

Cho hạt α đi qua lá kim loại berili mỏng, thấy xuất hiện một loại hạt mới, khối lượng tương đương 1đvC và không mang điện. Ông gọi đó là hạt nơtron.

Tóm lại, bằng thực nghiệm các nhà bác học đã chứng minh được rằng: nguyên tử có cấu tạo phức tạp. Thành phần của nó gồm:

+ Hạt nhân gồm proton, nơtron.

+ Vỏ gồm các hạt electron.

6. Tóm tắt về cấu tạo nguyên tử

a. Kích thước nguyên tử

– Nguyên tử của các nguyên tố khác nhau có kích thước khác nhau, nhưng nói chung đều rất nhỏ và nhỏ nhất là nguyên tử của nguyên tố hidro. Nếu coi như nguyên tử H có hình cầu thì đường kính nguyên tử ≈ 1 Å (1 Å = 10^{-10}m). Đường kính hạt nhân khoảng 10^{-4} Å, đường kính e = 10^{-7} Å.

b. Hạt nhân nguyên tử

– Mọi nguyên tử đều cấu tạo từ ba loại hạt: proton, nơtron và electron.

+ Hạt nhân nguyên tử gồm có hạt proton mang điện dương (1+) và nơtron không mang điện, hai loại hạt này có khối lượng gần bằng nhau và xấp xỉ bằng 1đvC.

+ Hầu hết khối lượng nguyên tử đều tập trung ở nhân mặc dù hạt nhân chỉ chiếm một phần rất nhỏ thể tích của nguyên tử.

+ Các hạt electron mang điện âm, chuyển động trong không gian xung quanh hạt nhân. Mỗi hạt electron mang một điện tích âm (1–) và có khối lượng xấp xỉ 1/1840 lần khối lượng của proton.

Vì nguyên tử trung hòa về điện, nên trong bất kì nguyên tử nào số hạt electron cũng bằng số hạt proton.

Số điện tích hạt nhân (Z) = số proton (P) = số electron (E).

	Loại hạt	Kí hiệu	Điện tích (kí hiệu)	Khối lượng
Nhân	Proton	p	1+(e_o)	Xấp xỉ 1 đvC (≡ 1,6726.10^{-27}kg)
	Nơtron	n	0	Xấp xỉ 1đvC (≡ 1,6748.10^{-27}kg)
Vỏ	Electron	e	1–(e)	Không đáng kể

– Số khối A của hạt nhân bằng tổng số hạt proton (Z) và tổng số hạt nơtron (N).

$$A = Z + N$$

– Khối lượng của nguyên tử bằng tổng số khối lượng của proton, nơtron và electron. Vì khối lượng của electron rất nhỏ so với khối lượng của proton và nơtron nên coi khối lượng của nguyên tử xấp xỉ bằng khối lượng của proton và nơtron.

c. Vỏ nguyên tử

(1) Lớp electron:

– Các elecctron có năng lượng gần nhau được phân bổ vào cùng một lớp. Các lớp được đánh số thứ tự từ trong ra ngoài theo thứ tự:

Kí hiệu K, L, M, N

n 1, 2, 3, 4

Các electron ở xa nhân liên kết với nhân kém chặt chẽ.

Số electron tối đa trong một lớp số electron tối đa trong lớp thứ n $=2n^2$.

(2) Phân lớp electron (hay phân mức năng lượng)

Các lớp electron chia thành phân lớp s, p, d, f.

Phân lớp s chỉ nhận tối đa 2 electron

Phân lớp p chỉ nhận tối đa 6 electron

Phân lớp d chỉ nhận tối đa 10 electron

Phân lớp f chỉ nhận tối đa 14 electron

d. Obitan nguyên tử

Tính hóa học của các nguyên tố phụ thuộc vào lớp vỏ electron của nguyên tử. Elecctron chuyển động xung quanh hạt nhân theo obitan và hợp thành các lớp và phân lớp electron.

(1) Sự chuyển động của electron trong nguyên tử

– Electron chuyển động quanh hạt nhân, về nguyên tắc không thể xác định chính xác cả vị trí lẫn tốc độ mà chỉ xác định được vùng không gian electron chuyển động, gọi là đám mây electron.

– Vùng không gian bao quanh hạt nhân ở đó có sự hiện diện của electron nhiều nhất (khoảng ≥ 95%) gọi là obitan nguyên tử (AO).

Mỗi obitan chỉ nhận tối đa 2 electron

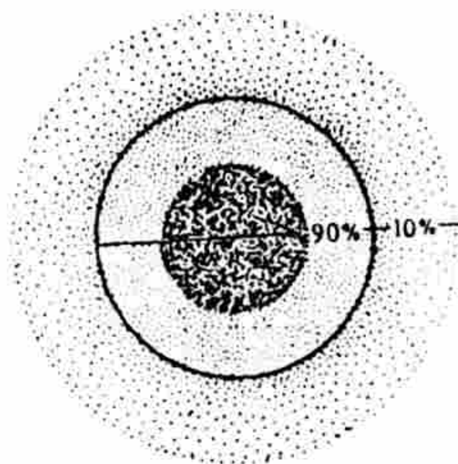
Phân lớp s có 1 obitan (obitan s)

Phân lớp p có 3 obitan (3 obitan p

Phân lớp d có 5 obitan (5 obitan d

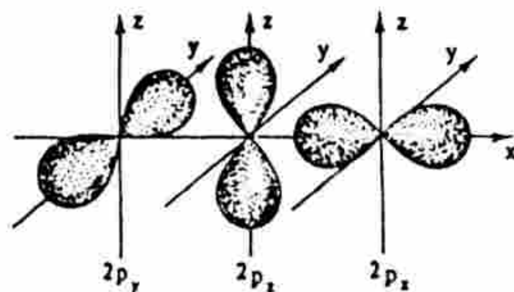
Phân lớp f có 7 obitan (7 obitan f)

(2) Hình dạng các obitan

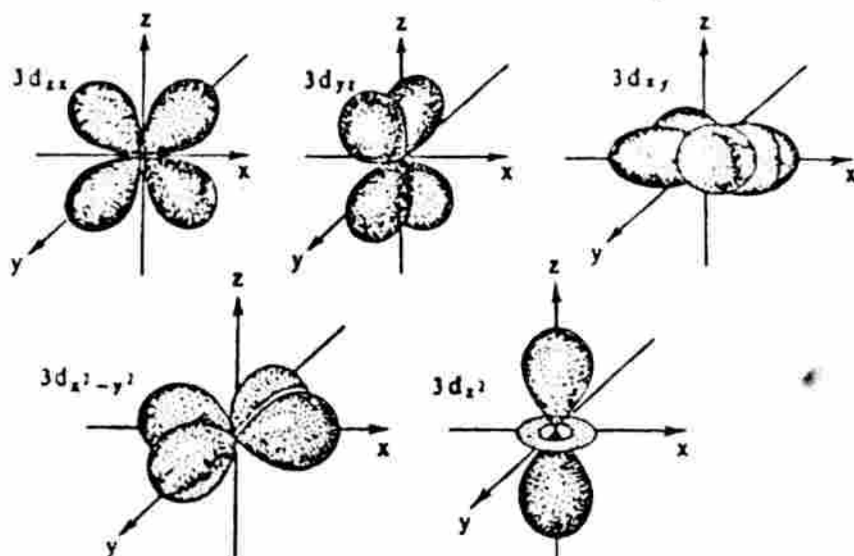


Obitan của electron 1s

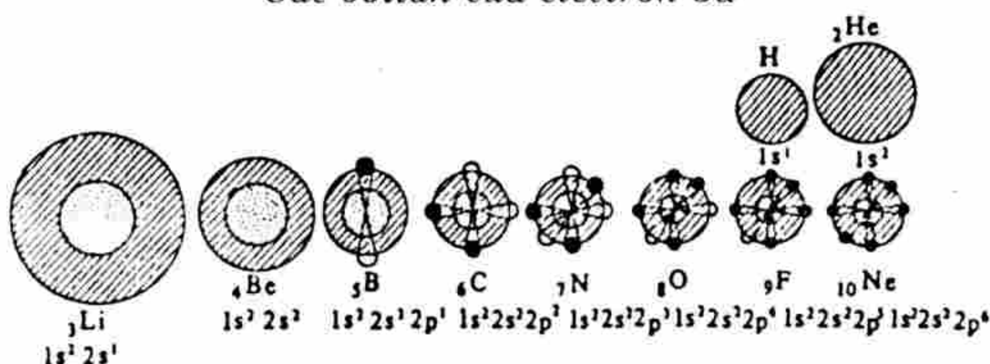
Obitan của electron 2s



Các obitan của electron 2p



Các obitan của electron 3d



Sơ đồ mô hình nguyên tử của các nguyên tố thuộc 2 chu kì đầu

(3) Các số lượng tử

Để đặc trưng cho trạng thái của một electron trong nguyên tử, người ta dùng 4 số lượng tử:

Tên gọi	*Kí hiệu*	*Giá trị*	*Ý nghĩa*
1. Số lượng tử chính	n	• Nguyên : 1, 2, 3, 4.. n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Lớp | K | L | M | N | O | P | Q	• Đặc trưng cho mức năng lượng của electron, được dùng để chỉ các lớp electron trong nguyên tử. • Xác định kích thước và năng lượng của obitan

<table>
<tr>
<td>2. Số lượng tử phụ hay số lượng tử obitan</td>
<td>l</td>
<td>• Nguyên từ 0 → (n – 1)
<table>
<tr><td>l</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Phân lớp</td><td>s</td><td>p</td><td>d</td><td>f</td><td>g</td><td>h</td></tr>
</table>
• Ứng với một giá trị của n sẽ có n giá trị của l</td>
<td>• Đặc trưng cho các phân lớp electron khác nhau.
• Cho biết hình dạng obitan trong không gian.</td>
</tr>
<tr>
<td>3. Số lượng tử từ m</td>
<td>m</td>
<td>• Nguyên từ
$-l, \ldots, 0, \ldots, +l$</td>
<td>• Đám mây trong không gian không thể định hướng tùy ý mà được xác định bởi số lượng tử từ.</td>
</tr>
<tr>
<td>4. Số lượng tử spin m_s</td>
<td>m_s</td>
<td>• Chỉ có 2 giá trị
$+\frac{1}{2}$ (kí hiệu ↑)
$-\frac{1}{2}$ (kí hiệu ↓)</td>
<td>• m_s liên quan đến sự chuyển động riêng của electron, nghĩa là momen động lượng của nó</td>
</tr>
</table>

Lưu ý: Không thể có hai electron có cùng 4 số lượng tử. Nói cách khác, mỗi obitan chỉ có thể chứa tối đa 2 electron có spin ngược chiều nhau.

Các số lượng tử và các obitan nguyên tử.

n	l	obitan	m	Số obitan
1	0	1s	0	1
2	0	2s	0	1
	1	2p	+1 0 –1	3
3	0	3s	0	1
	1	3p	+1 0 –1	3
	2	3d	+2 +1 0 –1 –2	5
4	0	4s	0	1
	1	4p	+1 0 –1	3
	2	4d	+2 +1 0 –1 – 2	5
	3	4f	+3+2 +1 0 –1 –2 – 3	7

Ví dụ 1: Tính số electron tối đa khi n = 4 và sự phân bố của electron trong các lớp, phân lớp.

Bài giải

$n = 4 \quad l = 0 \quad m = 0 \quad m_s = \pm\frac{1}{2} \quad 4s^2$

$$l = 1 \quad \left.\begin{matrix} m = -1 & \pm\frac{1}{2} \\ m = 0 & m_s = \pm\frac{1}{2} \\ m = 1 & \pm\frac{1}{2} \end{matrix}\right\} \quad 4p^6$$

$$l = 2 \quad m = \begin{cases} -2 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \\ 2 \end{cases} \quad m_s = \left.\begin{matrix} \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \end{matrix}\right\} 4d^{10}$$

$$l = 3 \quad m = \begin{cases} -3 \\ -2 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases} \quad m_s = \left.\begin{matrix} \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \\ \pm\frac{1}{2} \end{matrix}\right\} 4f^{14}$$

Tóm lại với n = 4, ($2n^2$) có tất cả 32 electron có cấu hình elctron:

$4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}$.

Ví dụ 2: Trong các số lượng tử sau đây, gán cho một electron, số lượng tử nào chấp nhận được:

	n	l	m	m_S
a)	3	0	1	$-\frac{1}{2}$
b)	2	2	0	$+\frac{1}{2}$
c)	4	3	−4	$-\frac{1}{2}$
d)	5	2	2	$+\frac{1}{2}$
e)	3	2	−2	$-\frac{3}{2}$

Bài giải

a) Không được vì khi $l = 0$ thì $m = 0$.

b) Không được vì giá trị lớn nhất của $l = n - 1$ tức bằng 1 trong trường hợp này.

c) Không được vì giá trị nhỏ nhất của m là -3 trong trường hợp này.

d) Được.

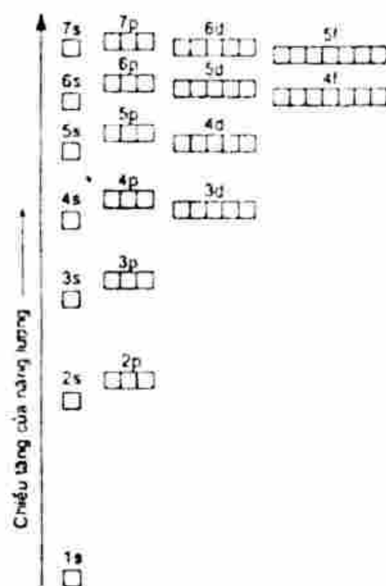
e) Không được vì trị số m_s chỉ có thể là $-\frac{1}{2}$ hay $+\frac{1}{2}$ mà thôi.

e. Sự phân bố của electron trong các lớp, phân lớp

(1) Nguyên lí vững bền.

Trong nguyên tử, các electron lần lượt chiếm các obitan có mức năng lượng từ thấp đến cao.

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d



Hình 4 - Mối quan hệ về năng lượng của những obitan trong những phân lớp khác nhau

Chú thích:

Sự đảo ngược giữa phân lớp 4s và 3d chỉ đúng với hàng thứ nhất của nguyên tố chuyển tiếp, với những nguyên tố nặng hơn, ta trở lại thứ tự bình thường 3d < 4s.

(2) Nguyên lí ngoại trừ của Pauli.

• Trong một nguyên tử không thể có hai electron có cùng 4 số lượng tử n, l, m và m_s giống nhau. Nếu cả 3 số lượng tử n, l, m giống nhau tức cùng một obitan thì bắt buộc m_s phải khác nhau, nghĩa là 1 electron có $m_s = +\frac{1}{2}$ và electron kia phải có $m_s = -\frac{1}{2}$.

• Trong một obitan nguyên tử không có quá 2 electron.

(3) Quy tắc Hund.

Trong cùng phân lớp, các electron được phân bố trên các obitan sao cho số electron độc thân là tối đa (nghĩa là tổng số spin cực đại) và các electron này phải có spin giống nhau (chiều tự quay giống nhau)

g. Cấu hình electron

Cấu hình electron dùng để mô tả các electron phân bố như thế nào trong các lớp, phân lớp của nguyên tử.

(1) Cấu hình electron đối với 20 nguyên tố đầu, có cấu hình electron phù hợp với mức năng lượng.

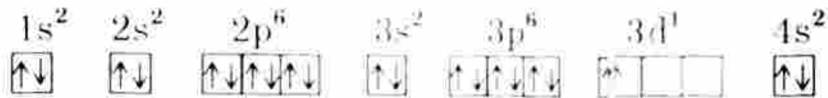
Số thứ tự	Kí hiệu nguyên tử	K	L	M	N
Z = 1	H	$1s^2$ [↑]			
Z = 2	He	$1s^2$ [↑↓]			
Z = 3	Li	$1s^2$ [↑↓]	$2s^1$ [↑]		
Z = 4	Be	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓]		
Z = 5	B	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^1$ [↑][ ][ ]		
Z = 6	C	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^2$ [↑][↑][ ]		
Z = 7	N	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^3$ [↑][↑][↑]		
Z = 8	O	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^4$ [↑↓][↑][↑]		
Z = 9	F	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^5$ [↑↓][↑↓][↑]		
Z = 10	Ne	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]		
Z = 11	Na	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]	$3s^1$ [↑]	
Z = 18	Ar	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]	$3s^2$ [↑↓] $3p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]	
Z = 19	K	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]	$3s^2$ [↑↓] $3p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]	$4s^1$ [↑]
Z = 20	Ca	$1s^2$ [↑↓]	$2s^2$ [↑↓] $2p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]	$3s^2$ [↑↓] $3p^6$ [↑↓][↑↓][↑↓]	$4s^2$ [↑↓]

(2) Cấu hình electron bắt đầu từ nguyên tố thứ 21:

Cấu hình electron không trùng với mức năng lượng obitan nguyên tử.

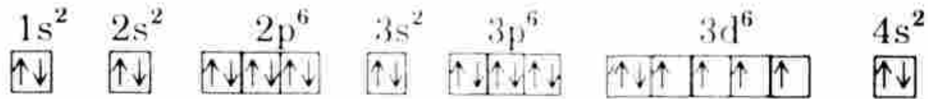
Sc: Z = 21

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $3d^1$ $4s^2$



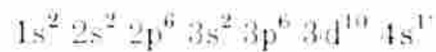
Fe: Z = 26

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $3d^6$ $4s^2$



– Cấu hình electron của một số nguyên tố như: Cu, Cr, Pd... có ngoại lệ đối với electron lớp ngoài cùng, vì để cấu trúc electron bền nhất.

Ví dụ: Cu: Z = 29



$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

(đáng lẽ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ nhưng electron ngoài cùng nhảy vào lớp trong để bão hòa).

CẤU HÌNH ELECTRON CỦA NGUYÊN TỬ CÁC NGUYÊN TỐ

Số thứ tự	Nguyên tố	n=1	n=2		n=3			n=4				n=5				n=6			n=7
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Hiđro	1																	
2	Heli	2																	
3	Liti	2	1																
4	Berili	2	2																
5	Bo	2	2	1															
6	Cacbon	2	2	2															
7	Nitơ	2	2	3															
8	Oxi	2	2	4															
9	Flo	2	2	5															
10	Neon	2	2	6															
11	Natri	2	2	6	1														
12	Magie	2	2	6	2														
13	Nhôm	2	2	6	2	1													
14	Silic	2	2	6	2	2													
15	Photpho	2	2	6	2	3													
16	Lưu huỳnh	2	2	6	2	4													
17	Clo	2	2	6	2	5													
18	Agon	2	2	6	2	6													
19	Kali	2	2	6	2	6		1											
20	Canxi	2	2	6	2	6		2											
21	Scanđi	2	2	6	2	6	1	2											
22	Titan	2	2	6	2	6	2	2											
23	Vanađi	2	2	6	2	6	3	2											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
24	Crom	2	2	6	2	6	4	1											
25	Mangan	2	2	6	2	6	5	2											
26	Sắt	2	2	6	2	6	6	2											
27	Coban	2	2	6	2	6	7	2											
28	Niken	2	2	6	2	6	8	2											
29	Đồng	2	2	6	2	6	10	1											
30	Kẽm	2	2	6	2	6	10	2											
31	Gali	2	2	6	2	6	10	2	1										
32	Gecmani	2	2	6	2	6	10	2	2										
33	Asen	2	2	6	2	6	10	2	3										
34	Selen	2	2	6	2	6	10	2	4										
35	Brom	2	2	6	2	6	10	2	5										
36	Kripton	2	2	6	2	6	10	2	6										
37	Rubiđi	2	8			18		2	6			1							
38	Stronti	2	8			18		2	6			2							
39	Ytri	2	8			18		2	6	1		2							
40	Ziriconi	2	8			18		2	6	2		2							
41	Niobi	2	8			18		2	6	3		1							
42	Molipđen	2	8			18		2	6	4		1							
43	Tecnexi	2	8			18		2	6	5		2							
44	Ruteni	2	8			18		2	6	6		1							
45	Rođi	2	8			18		2	6	7		1							
46	Palađi	2	8			18		2	6	8		0							
47	Bạc	2	8			18		2	6	10		1							
48	Cađimi	2	8			18		2	6	10		2							
49	Inđi	2	8			18		2	6	10		2	1						
50	Thiếc	2	8			18		2	6	10		2	2						
51	Antimon	2	8			18		2	6	10		2	3						
52	Telu	2	8			18		2	6	10		2	4						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
53	Iot	2	8			18		2	6	10		2	5						
54	Xenon	2	8			18		2	6	10		2	6						
55	Xezi	2	8			18		2	6	10		2	6			1			
56	Bari	2	8			18		2	6	10		2	6			2			
57	Lancan	2	8			18		2	6	10		2	6	1		2			
58	Xeri	2	8			18		2	6	10	2	2	6			2			
59	Prazeođim	2	8			18		2	6	10	3	2	6			2			
60	Noeđim	2	8			18		2	6	10	4	2	6			2			
61	Prometi	2	8			18		2	6	10	5	2	6			2			
62	Samari	2	8			18		2	6	10	6	2	6			2			
63	Ơropi	2	8			18		2	6	10	7	2	6			2			
64	Gađolini	2	8			18		2	6	10	7	2	6	1		2			
65	Tecbi	2	8			18		2	6	10	9	2	6			2			
66	Đisprozi	2	8			18		2	6	10	10	2	6			2			
67	Honmi	2	8			18		2	6	10	11	2	6			2			
68	Ecbi	2	8			18		2	6	10	12	2	6			2			
69	Tuli	2	8			18		2	6	10	13	2	6			2			
70	Ytecbi	2	8			18		2	6	10	14	2	6			2			
71	Lutexi	2	8			18		2	6	10	14	2	6	1		2			
72	Hafni	2	8			18		32				2	6	2		2			
73	Tantan	2	8			18		32				2	6	3		2			
74	Vonfram	2	8			18		32				2	6	4		2			
75	Reni	2	8			18		32				2	6	5		2			
76	Osmi	2	8			18		32				2	6	6		2			
77	Iriđi	2	8			18		32				2	6	7		2			
78	Platin	2	8			18		32				2	6	9		2			
79	Vàng	2	8			18		32				2	6	10		2			
80	Thuỷ ngân	2	8			18		32				2	6	10		2			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
81	Tali	2	8			18			32			2	6	10		2	1		
82	Chì	2	8			18			32			2	6	10		2	2		
83	Bitmut	2	8			18			32			2	6	10		2	3		
84	Poloni	2	8			18			32			2	6	10		2	4		
85	Atatin	2	8			18			32			2	6	10		2	5		
86	Rađon	2	8			18			32			2	6	10		2	6		
87	Franxi	2	8			18			32			2	6	10		2	6		1
88	Rađi	2	8			18			32			2	6	10		2	6		2
89	Actini	2	8			18			32			2	6	10		2	6	1	2
90	Thori	2	8			18			32			2	6	10		2	6	2	2
91	Protactini	2	8			18			32			2	6	10	2	2	6	1	2
92	Uran	2	8			18			32			2	6	10	3	2	6	1	2
93	Neptuni	2	8			18			32			2	6	10	4	2	6	1	2
94	Plutoni	2	8			18			32			2	6	10	6	2	6		2
95	Amerixi	2	8			18			32			2	6	10	7	2	6		2
96	Curi	2	8			18			32			2	6	10	7	2	6	1	2
97	Beckli	2	8			18			32			2	6	10	8	2	6	1	2
98	Califoni	2	8			18			32			2	6	10	9	2	6	1	2
99	Ensteni	2	8			18			32			2	6	10	11	2	6		2
100	Fecmi	2	8			18			32			2	6	10	12	2	6		2
101	Mendelevi	2	8			18			32			2	6	10	13	2	6		2
102	Nobeli	2	8			18			32			2	6	10	14	2	6		2
103	Lorenxi	2	8			18			32			2	6	10	14	2	6	1	2
104	Kuatratovi	2	8			18			32			2	6	10	14	2	6	2	2

h. Đặc điểm của lớp electron ngoài cùng

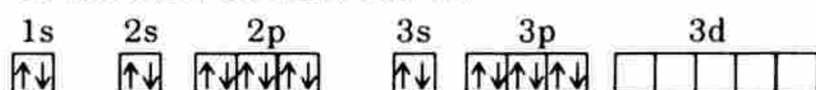
– Đối với nguyên tử của mọi nguyên tố, lớp ngoài cùng có tối đa 8 electron.

– Trong các phản ứng hóa học, các nguyên tử có khuynh hướng hoặc nhường, hoặc nhận, hoặc góp chung electron để đạt cấu hình electron của khí hiếm (còn gọi là khí trơ).

– Người ta gọi những electron có khả năng tham gia vào việc tạo thành liên kết hóa học là electron hóa trị.

Ví dụ: Na : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$. Electron hóa trị: I
Al : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$. Electron hóa trị: III
^{17}Cl : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$. Electron hóa trị: VII

Vì do cấu hình electron của Cl:



trong đó có phân lớp 3d trống nên các electron 3p và 3s có thể nhảy lên phân lớp 3d, nên clo có tới hóa trị VII.

i. Năng lượng ion hóa. Ái lực với electron. Độ âm điện

Khái niệm	Bản chất	Kí hiệu	Đơn vị	Công thức tính
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Năng lượng ion hóa thứ nhất I_1	– Năng lượng tối thiểu cần để tách một electron ra khỏi nguyên tử khí và do đó biến nguyên tử thành ion khí – $I_1 < I_2 < I_3$	I_1 (I_1, I_2...)	kJ/mol hoặc eV	Xác định bằng các dữ kiện về quang phổ
Ái lực electron	– Ái lực electron của nguyên tử là năng lượng tỏa ra hay hấp thụ khi nguyên tử đó kết hợp thêm electron biến thành ion âm. $X + e \rightarrow \xrightarrow[E_X]{+e} X^-$	E	eV	
Độ âm điện	– Đặc trưng cho khả năng của nguyên tử hút electron của nguyên tử nguyên tố đó trong phân tử. – Các nguyên tố có:	χ	eV (1eV = 23,05 Kcal/mol)	$\chi = I_1 + E$ (R.Mulliken)

	$\chi \geq 1,8$ nguyên tố là phi kim $\chi \leq 1$ nguyên tố là kim loại		

II. NGUYÊN TỐ HÓA HỌC - ĐỒNG VỊ

1. Nguyên tố hóa học

Nguyên tố hóa học là tập hợp các nguyên tử có cùng số điện tích hạt nhân (Z).

Gọi Z là tổng số hạt proton trong nhân

Gọi N là tổng số hạt nơtron trong nhân

Gọi A là số khối của hạt nhân:

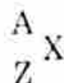
$$A = Z + N$$

Nguyên tử khối tính theo đvC nên có thể coi như bằng số khối hạt nhân vì khối lượng electron quá nhỏ có thể bỏ qua.

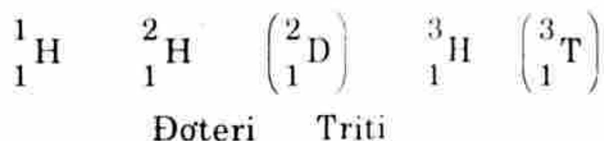
2. Đồng vị

Có những nguyên tử có cùng Z nhưng lại khác nhau số khối (do số N khác nhau). Những nguyên tử này vẫn thuộc cùng một nguyên tố và người ta gọi chúng là đồng vị của nhau.

Kí hiệu một nguyên tử:



Ví dụ: Hidro có 3 đồng vị:



Đơteri Triti

– Hiện tượng đồng vị đã giải thích được tại sao nguyên tử khối của nguyên tố lại là số thập phân, ví dụ: Cl: 35,5 v.v.. nguyên tố nào cũng có đồng vị thì nguyên tử khối là số trị trung bình của các đồng vị.

– Nguyên tử khối của một nguyên tố hóa học có nhiều đồng vị là nguyên tử khối trung bình của hỗn hợp. Các đồng vị tính theo tỉ lệ phần trăm của mỗi đồng vị.

– Thông thường trong các đồng vị bền (trừ H) thì:

$$\frac{N \text{ (nơtron)}}{Z \text{ (proton)}} \leq 1,5$$

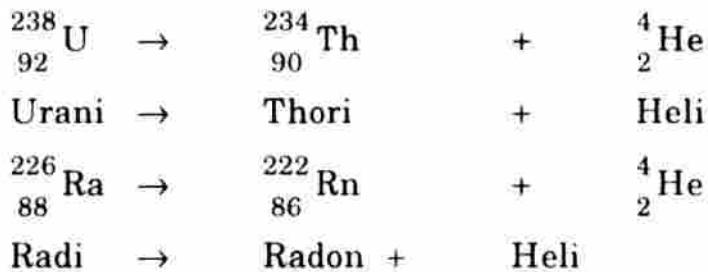
III. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN.

Là phản ứng làm thay đổi thành phần hạt nhân nguyên tử để nguyên tử nguyên tố này biến đổi thành nguyên tử nguyên tố khác.

1. Phản ứng trong đó hạt nhân tự phân rã (còn gọi là phóng xạ tự nhiên)

– Hạt nhân tự phóng ra hạt α (phóng xạ kiểu α các đồng vị phóng xạ có Z > 83 phóng xạ kiểu này).

Ví dụ:



$$^{238}_{92}U \rightarrow\ ^{234}_{90}Th +\ ^{4}_{2}He$$

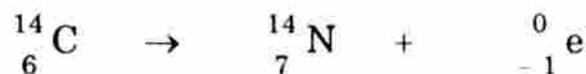
Urani → Thori + Heli

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow\ ^{222}_{86}Rn +\ ^{4}_{2}He$$

Radi → Radon + Heli

– Hạt nhân phóng xạ hạt β (bêta) còn gọi là phóng xạ kiểu bêta (β), các đồng vị phóng xạ có Z < 83 phóng xạ kiểu này.

Ví dụ:

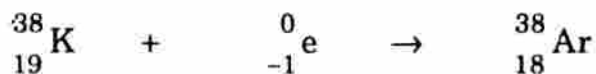


$$^{14}_{6}C \rightarrow\ ^{14}_{7}N +\ ^{0}_{-1}e$$

Trong phản ứng này có thể coi như một nơtron trong nhân mất đi một electron để biến thành một proton:

$$^{1}_{0}n \rightarrow\ ^{1}_{1}p +\ ^{0}_{-1}e$$

2. Sự thâu đoạt electron: Hạt nhân thâu một electron ở lớp electron gần nhất.



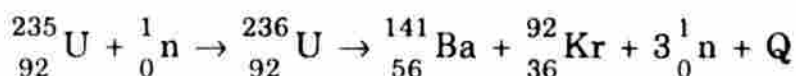
$$^{38}_{19}K +\ ^{0}_{-1}e \rightarrow\ ^{38}_{18}Ar$$

Kali + e → Argon

Trong phản ứng này có thể coi như một proton trong nhân nhận một electron để biến thành một nơtron $^{0}_{-1}e +\ ^{1}_{1}p \rightarrow\ ^{1}_{0}n$.

3. Phản ứng phân chia và phản ứng tổng hợp hạt nhân

a/ Phản ứng phân chia:

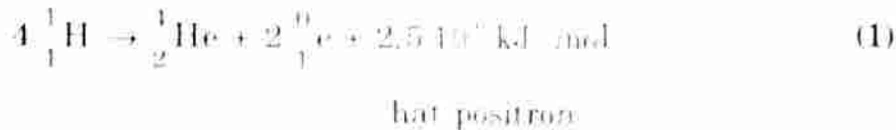


$$^{235}_{92}U +\ ^{1}_{0}n \rightarrow\ ^{236}_{92}U \rightarrow\ ^{141}_{56}Ba +\ ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + Q$$

($Q = 2.10^{10}$ kJ/mol)

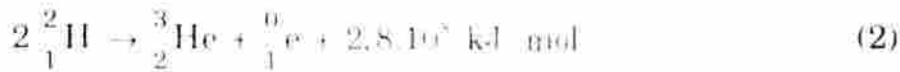
Với một lượng urani đủ lớn các hạt nơtron mới sinh sẽ gây ra một phản ứng dây truyền đưa nhiệt độ lên hàng triệu độ.

b/ Phản ứng tổng hợp hạt nhân:



$$4\,{}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{1}e + 2{,}5.10^{[illegible]}\ kJ/mol \qquad (1)$$

hạt positron

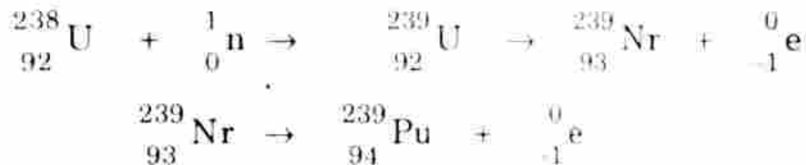


$$2\,{}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{0}_{1}e + 2{,}8.10^{[illegible]}\ kJ/mol \qquad (2)$$

Năng lượng của phản ứng tổng hợp hạt nhân cao hơn nhiều so với năng lượng sản sinh khi xảy ra phản ứng phân chia hạt nhân.

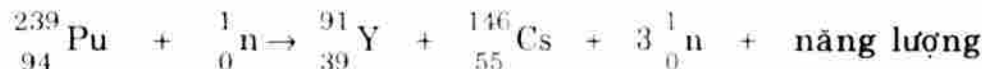
Chú ý : Một nguyên tố có nhiều đồng vị không nhất thiết tất cả các đồng vị đều tham gia phản ứng hạt nhân và nếu có xảy ra phản ứng hạt nhân thì chiều hướng xảy ra cũng không hoàn toàn giống nhau.

Cần chú ý: Trong phản ứng hạt nhân, cả số khối và điện tích đều được bảo toàn.



$${}^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{239}_{92}U \rightarrow {}^{239}_{93}Nr + {}^{0}_{-1}e$$

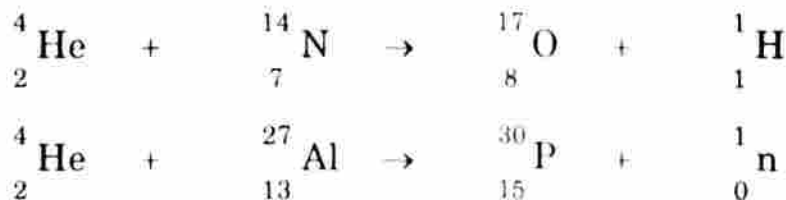
$${}^{239}_{93}Nr \rightarrow {}^{239}_{94}Pu + {}^{0}_{-1}e$$



$${}^{239}_{94}Pu + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{91}_{39}Y + {}^{146}_{55}Cs + 3\,{}^{1}_{0}n + \text{năng lượng}$$

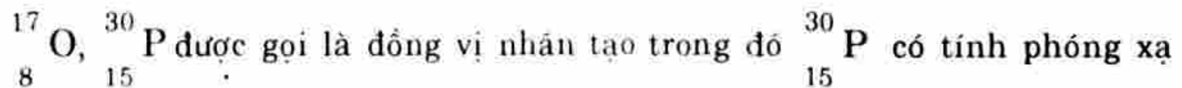
Thảm họa bom hạt nhân ở Nhật năm 1945 là phản ứng của urani 235 và plutoni 239.

c/ Điều chế đồng vị phóng xạ nhân tạo:

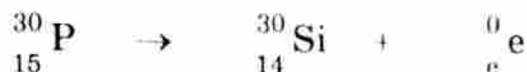


$${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$$

$${}^{4}_{2}He + {}^{27}_{13}Al \rightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$$



${}^{17}_{8}O$, ${}^{30}_{15}P$ được gọi là đồng vị nhân tạo trong đó ${}^{30}_{15}P$ có tính phóng xạ nên được gọi là đồng vị phóng xạ nhân tạo.



$${}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{e}e$$

positron (electron dương).

"Đạn hạt nhân" dùng trong các phản ứng bắn phá hạt nhân có thể là hạt α, proton, nơtron, ...

Nhờ phản ứng tạo hạt nhân mới người ta đã tạo ra nhiều nguyên tố mới để xếp vào các ô trống trong bảng tuần hoàn (xem chương III). Ngoài ra còn tạo ra các đồng vị phóng xạ nhân tạo để ứng dụng trong đời sống.

BÀI TẬP THEO CÁC CHỦ ĐỀ

Chủ đề 1

♦ **Tính nguyên tử khối trung bình của một nguyên tố khi biết nguyên tử khối và tỉ lệ phần trăm số nguyên tử của mỗi đồng vị và ngược lại.**

♦ **Xác định tên nguyên tố**

Phương pháp:

– Áp dụng công thức tính nguyên tử khối trung bình của nguyên tố:

a) Tính theo tỉ lệ phần trăm mỗi đồng vị.

$$\overline{A} = \frac{a.A + b.B}{100}$$

Nguyên tử khối (NTK) a, b: Tỉ lệ phần trăm số nguyên tử của đồng vị A, B

A: NTK của đồng vị thứ A

B: NTK của đồng vị thứ B

b) Tính theo tỉ lệ số nguyên tử mỗi đồng vị

Giả sử nguyên tố có hai đồng vị A và B

$$\overline{A} = \frac{a.A + b.B}{a + b}$$

Với A, B là NTK của đồng vị A, B

a, b là tỉ lệ số nguyên tử của đồng vị A, B

– Đối với mỗi nguyên tố có nhiều đồng vị, thì nguyên tử khối của nó phụ thuộc vào tỉ số các đồng vị

– Đối với hạt nhân nguyên tử các nguyên tố có Z < 83 là nguyên tố có hạt nhân nguyên tử bền nên ta có thể áp dụng :

$$1 \le \frac{\text{Số nơtron}}{\text{Số proton}} \le 1,5$$

BÀI TẬP

1. Tính thành phần phần trăm của các đồng vị của Cu trong tự nhiên và tỉ lệ khối lượng của ^{63}Cu trong $CuCl_2$.

Biết đồng trong tự nhiên gồm hai đồng vị $^{63}_{29}Cu$ và $^{65}_{29}Cu$ và nguyên tử khối là 63,54.

Giải

Gọi x là thành phần % của đồng vị ^{65}Cu

$$\frac{65.x + (100 - x).63}{100} = 63,54$$

Giải ra ta được x = 27% ^{65}Cu và 73% ^{63}Cu

$$M_{CuCl_2} = 134,54$$

Thành phần % của hai đồng vị Cu trong $CuCl_2$:

$$\frac{63,54}{134,54} = 0,47 = 47\%$$

Thành phần % ^{63}Cu trong $CuCl_2$: $\frac{73 \times 63}{134,54 \times 100} \times 100\% = 34,18\%$

2. Tính thành phần phần trăm các đồng vị của cacbon. Biết cacbon ở trạng thái tự nhiên có 2 đồng vị $^{12}_{6}C$ và $^{13}_{6}C$ có khối lượng nguyên tử là 12,011.

Giải

Gọi x là tỉ lệ % của đồng vị ^{12}C

$$\frac{12.x + (100 - x).13}{100} = 12,011$$

Giải ra ta được x = 98,9% và 1,1% $^{13}_{6}C$.

3. Nguyên tử khối trung bình của brom là 79,91. Brom có 2 đồng vị. Biết $^{79}_{35}Br$ chiếm 54,5%. Tìm nguyên tử khối của đồng vị thứ 2.

Giải

Gọi A là số khối của đồng vị thứ hai

Áp dụng công thức tính nguyên tử khối trung bình:

$$\frac{54,5.79 + (100 - 54,5).A}{100} = 79,91$$

Giải ra ta được A = 81. Vậy nguyên tử khối đồng vị thứ 2 của brom là $^{81}_{35}Br$.

4. Trong nước, hidro chủ yếu tồn tại hai đồng vị $^{1}_{1}H$ và $^{2}_{1}H$. Hỏi có bao nhiêu nguyên tử của đồng vị $^{2}_{1}H$ trong 1mℓ nước? Biết nguyên tử khối trụng bình của hidro trong H_2O nguyên chất là 1,008.

Giải

Gọi x là thành phần phần trăm về số nguyên tử của đồng vị $^{2}_{1}H$

$$\frac{1.x + 2(100 - x)}{100} = 1,008$$

Giải ra ta được x = 99,2%; Thành phần của đồng vị $^{2}_{1}H$ là 0,8%.

1ml nước = 1 gam nước = $\frac{1}{18}$ mol nước

Trong 1 mol nước có $6,02 \times 10^{23}$mol H_2O.

Vậy $\frac{1}{18}.6,02 \times 10^{23} \times 2.\frac{0,8}{100} = 5,35.10^{20}$

Trong 1ml nước có $5,35 \times 10^{20}$ nguyên tử của đồng vị $^{2}_{1}H$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

5. Đồng trong thiên nhiên gồm 2 loại đồng vị $^{63}_{29}Cu$ và $^{65}_{29}Cu$ với tỉ số $\frac{^{63}Cu}{^{65}Cu} = \frac{105}{245}$.

Tính nguyên tử khối của đồng.

6. Hãy cho biết các đồng vị sau đây, đồng vị nào phù hợp với tỉ lệ: $\frac{\text{số proton}}{\text{số nơtron}} = \frac{13}{15}$

a) $^{54}_{26}M$; b) $^{55}_{26}M$; c) $^{56}_{26}M$; d) $^{57}_{26}M$; e) $^{58}_{26}M$

7. Cho phản ứng hạt nhân:

$$X \rightarrow {}^{239}_{94}Y + {}^{239}_{92}Z \; ; \; X \text{ là :}$$

a) $^{478}_{186}X$; b) $^{239}_{93}X$; c) $^{159,3}_{62}X$; d) a, b đúng ; e) Tất cả sai

8. Cho biết tổng số electron trong AB_3^{2-} là 42, trong hạt nhân A, B số proton bằng số nơtron. Tính số khối của B.

a) 32 ; b) 8 ; c) 24 ; d) 40 ; e) 16

9. Tổng số hạt proton, nơtron, electron của nguyên tử một nguyên tố là 21.

a) Hãy xác định tên nguyên tố đó.

b) Viết cấu hình electron nguyên tử của nguyên tố đó.

c) Tính tổng số obitan nguyên tử của nguyên tố đó.

(Đề thi vào trường Đại học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh năm 1998).

10. Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong một nguyên tử là 155. Số hạt có mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 33 hạt. Tìm số proton, nơtron và số khối A của nguyên tử.

11. Có hợp chất MX_3. Cho biết:

a) Tổng số hạt proton, nơtron và electron là 196, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 60.

b) Khối lượng nguyên tử của X lớn hơn của M là 8.

c) Tổng 3 loại hạt trên trong ion X^- nhiều hơn trong ion M^{3+} là 16.

Hãy xác định M và X thuộc đồng vị nào của hai nguyên tố đó.

12. Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong một nguyên tử A là 16, trong nguyên tử B là 58. Tìm số proton, nơtron và số khối của các nguyên tử A, B. Giả sử sự chênh lệch giữa số khối với khối lượng nguyên tử trung bình là không quá một đơn vị.

13. Hidro được điều chế bằng cách điện phân nước, hidro đó gồm 2 loại đồng vị $^{1}_{1}H$ và $^{2}_{1}D$. Hỏi trong 100g nước nói trên có bao nhiêu đồng vị $^{2}_{1}D$? Biết rằng nguyên tử khối hidro là 1,008, oxi là 16.

14. Tổng số proton, nơtron, electron trong nguyên tử của một nguyên tố là 34.

a) Hãy mô tả cấu tạo nguyên tử của nguyên tố đó.

b) Viết cấu hình electron.

c) Xác định tính chất hóa học cơ bản của nguyên tố đó.

15.

a) Các ion X^+, Y^- và nguyên tử Z nào có cấu hình electron $1s^2 2s^2 2p^6$?

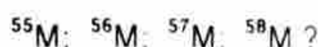
b) Viết cấu hình electron của các nguyên tử trung hòa X và Y. Ứng với mỗi nguyên tử hãy nêu một tính chất hóa học đặc trưng và một phản ứng minh họa.

(Đề thi vào Đại học Quốc gia TP.HCM đợt 1 năm 1998 – 1999).

16. Cho M là kim loại tạo ra 2 muối MCl_x, MCl_y và 2 oxit $MO_{0,5x}$; M_2O_y. Tỉ lệ về khối lượng của clo trong 2 muối có tỉ lệ 1 : 1,173, của oxi trong 2 oxit là 1 : 1,352.

a) Tìm nguyên tử khối của M.

b) Hãy cho biết trong các đồng vị sau đây của M thì đồng vị nào phù hợp với tỉ lệ: $\dfrac{\text{số proton}}{\text{số nơtron}} = \dfrac{13}{15}$:



^{55}M; ^{56}M; ^{57}M; ^{58}M ?

Cho M là một trong các kim loại sau:

Mn = 54,935; Fe = 55,847; Ni = 58,715

17. Nguyên tử khối của bo là 10,81. Bo gồm 2 đồng vị: $^{10}_{5}B$ và $^{11}_{5}B$. Có bao nhiêu phần trăm đồng vị $^{11}_{5}B$ trong axit boric H_3BO_3?

18. Hãy viết cấu hình electron của các nguyên tố có 2 electron độc thân ở lớp ngoài cùng với điều kiện: nguyên tử có số Z < 20.

a) Có bao nhiêu nguyên tố ứng với cấu hình electron nói trên, cho biết tên của chúng

b) Viết công thức phân tử của các hợp chất có thể có được chỉ từ các nguyên tố nói trên. Viết công thức cấu tạo các hợp chất đó và giải thích liên kết hóa học.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Kinh tế Quốc dân năm 1997 – 1998).

19. Nói rằng: "số khối bằng khối lượng nguyên tử; điện tích hạt nhân bằng số proton" có đúng không? Tại sao?

20. Nguyên tử khối trung bình của brom là 79,91. Brom có hai đồng vị, trong đó một đồng vị là $^{79}_{35}Br$ chiếm 54,5% số nguyên tử. Hãy xác định đồng vị thứ 2.

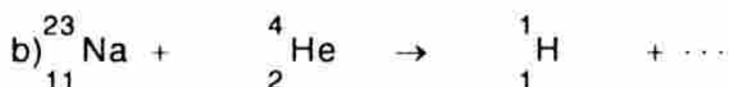
(Đề thi Học kì 1 Trường PTTH chuyên Lê Hồng Phong năm học 1995 – 1996).

21. Mol là gì? Hãy phân biệt khối lượng mol nguyên tử, khối lượng mol phân tử, khối lượng mol ion. Cho ví dụ minh họa.

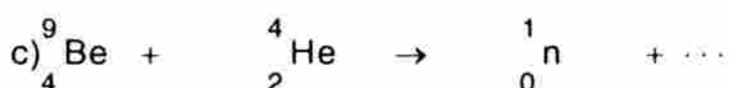
22. Hiểu thế nào về obitan nguyên tử? "đám mây electron"?

23. Hoàn thành các phản ứng hạt nhân:

a) $^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{1}He + \cdots$



b) $^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{1}H + \cdots$



c) $^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{0}n + \cdots$

24. Oxi có 3 đồng vị $^{16}_{8}O$; $^{17}_{8}O$ và $^{18}_{8}O$, còn cacbon có 2 đồng vị bền là $^{12}_{6}C$ và $^{13}_{6}C$. Hỏi có thể tạo thành bao nhiêu loại phân tử khí cacbonic. Tính phân tử khối của chúng (lấy giá trị nguyên tử khối bằng số khối).

25. Viết cấu hình electron của Fe, Fe^{2+}, Fe^{3+}, S, S^{2-}

26. Cho giá trị tuyệt đối về nguyên tử khối của một loại đồng vị của Mg là $4,48.10^{-23}$g; của Al là $4,82.10^{-23}$g; của Fe là $8,96.10^{-23}$g.

a) Tính khối lượng mol của Mg, ion Al^{3+}, ion Fe^{3+}

b) Tính số proton và nơtron trong hạt nhân nguyên tử của các đồng vị trên, biết số thứ tự của Mg, Al, Fe tương ứng là 12, 13, 26.

27. Hợp chất N được tạo thành từ cation X^{+} và anion Y^{2-}. Mỗi ion đều co 5 nguyên tử của 2 nguyên tố tạo nên. Tổng số proton trong X^{+} là 11, còn tổng số electron trong Y^{2-} là 50.

Hãy xác định công thức phân tử và gọi tên N, biết rằng 2 nguyên tố trong Y^{2-} thuộc cùng một phân nhóm và thuộc chu kì 2 liên tiếp.

28.

a) Thế nào là đồng vị?

b) Phân tích các mệnh đề dưới đây:

① Đồng vị là những chất có cùng điện tích hạt nhân Z.
② Đồng vị là những nguyên tố có cùng điện tích hạt nhân Z.
③ Đồng vị là những nguyên tố có cùng số khối A.
④ Đồng vị là những nguyên tử có cùng điện tích hạt nhân Z.
⑤ Đồng vị là những nguyên tử có cùng số khối A.

29. Cho hỗn hợp gồm 2 muối sunfat của kim loại A hóa trị II và sunfat của kim loại B hóa trị III. Biết tổng số proton, notron và electron của nguyên tử A là 36, của nguyên tử B là 40. Xác định tên nguyên tố A và B.

30. Hợp chất M tạo bởi anion Y^{3-} và cation H^{+}, cả hai ion đều do 5 nguyên tử của 2 nguyên tố tạo nên. A là một nguyên tố trong X^{+} có hoá trị âm là – a, B là một nguyên tố trong Y^{3-}. Trong các hợp chất, A và B đều có hoá trị dương cao nhất a + 2. Khối lượng phân tử (phân tử khối) bằng 149, trong đó

$$\frac{MY^{3-}}{MX^{+}} > 5$$

Hãy xác lập công thức phân tử của M.

31. Những điều khẳng định sau đây có phải bao giờ cũng đúng không?
a) Số hiệu nguyên tử bằng điện tích nguyên tử.
b) Số proton trong nguyên tử bằng số notron.
c) Số proton trong hạt nhân bằng số electron ở lớp vỏ nguyên tử.
d) Chỉ có hạt nhân nguyên tử oxi mới có 8 proton.
e) Chỉ có hạt nhân nguyên tử oxi mới có 8 nơtron
f) Chỉ có hạt nhân nguyên tử oxi, tỉ lệ giữa proton và nơtron mới là 1 : 1.

32. Hai nguyên tố X, Y thuộc hai nhóm kế tiếp trong bảng hệ thống tuần hoàn các nguyên tố; Y thuộc nhóm 5. Ở trạng thái đơn chất X, Y không tác dụng được với nhau Tổng số điện tích dương hạt nhân của hai nguyên tố là 23.
Cho biết cấu tạo vỏ electron của hai nguyên tố và gọi tên của chúng.

33. Nguyên tố X có A = 40; Z = 20. Tìm tổng số hạt cấu tạo nên nguyên tử của nguyên tố X.

34. Nguyên tố A có cấu hình electron lớp ngoài cùng $4s^2$ $4p^6$; A = 79. Em hãy tính số nơtron của nguyên tử thuộc nguyên tố A.

35. Tính bán kính nguyên tử gần đúng của Fe ở 20°C biết ở nhiệt độ đó khối lượng riêng của Fe là 7,87g/cm^3 với giả thiết trong tinh thể các nguyên tử Fe là những hình cầu chiếm 75% thể tích tinh thể phần còn lại là khe rỗng giữa các quả cầu. Cho khối lượng nguyên tử của Fe là 55,85.

36. Tổng số proton, nơtron, electron trong nguyên tử của một nguyên tố thuộc nhóm A VII là 28. Vẽ sơ đồ cấu tạo nguyên tử (thành phần hạt nhân, các lớp electron) của nguyên tố đó.

37. Cho m gam kim loại X tác dụng vừa đủ với 7,81 gam khí clo thu được 14,0543 gam muối clorua với hiệu suất 95%. Kim loại X có 2 đồng vị A và B có

đặc điểm:

– Tổng số phần tử trong 2 nguyên tử A và B bằng 186.

– Hiệu số hạt không mang điện của A và B bằng 2.

– Một hỗn hợp có 3600 nguyên tử A và B. Nếu ta thêm vào hỗn hợp này 400 nguyên tử A thì hàm lượng phần trăm của nguyên tử B trong hỗn hợp sau ít hơn trong hỗn hợp đầu là 7,3%.

a) Xác định khối lượng m và nguyên tử khối của kim loại X.

b) Xác định số khối của A, B và số proton.

c) Xác định số nguyên tử A có trong khối lượng muối nói trên.

38. Một nguyên tố A tạo bởi hai loại oxit. Phần trăm về khối lượng của oxi trong 2 oxit lần lượt bằng 50% và 60%. Xác định nguyên tử khối và gọi tên A.

39. Một thanh đồng chứa hai mol Cu trong đó có hai đồng vị $^{63}_{29}Cu$ (75%) và $^{65}_{29}Cu$ (25%).

Hỏi thanh đồng nặng bao nhiêu gam?

40. Magiê có hai đồng vị là X và Y. Đồng vị X có nguyên tử lượng là 24. Đồng vị Y hơn X một nơtron. Tính nguyên tử khối trung bình của Mg.

Biết số nguyên tử trong hai đồng vị tỉ lệ X : Y = 3 : 2.

41. Một nguyên tố X gồm hai đồng vị là X_1 và X_2. Đồng vị X_1 có tổng số hạt là 18. Đồng vị X_2 có tổng số hạt là 20. Biết rằng % các đồng vị trong X bằng nhau và các loại hạt trong X_1 cũng bằng nhau. Xác định nguyên tử khối trung bình của X.

42. Cho hai nguyên tử A và B có cấu hình electron ngoài cùng lần lượt là $3s^x$ và $3p^5$.

a) Xác định số điện tích hạt nhân của A và B. Biết rằng phân lớp 3s của hai nguyên tử hơn kém nhau 1 electron.

b) Dựa vào quy tắc Hund hãy tìm electron độc thân của A và B.

c) Cho các nguyên tố X, Y, Z có cấu hình electron ngoài cùng lần lượt là:

$X = (n - 1)p^4$; $Y = np^4$; $Z = (n + 1)s^1$

với n = 3, n = 4, xác định X, Y, Z.

43. Trả lời các câu hỏi sau đây:

a) Lớp electron thứ 5 có bao nhiêu phân lớp. Đó là phân lớp nào?

b) Lớp electron n = 2 có bao nhiêu Obitan, n = 3 có bao nhiêu obitan, lớp thứ n có bao nhiêu obitan?

c) Trong các Obitan sau đây, Obitan nào không thể có được:

2s, 2d, 3p, 3f, 4f và 5s.

43. Trả lời các câu hỏi sau đây:

a) Lớp electron thứ 5 có bao nhiêu phân lớp. Đó là phân lớp nào?

b) Lớp electron n = 2 có bao nhiêu obitan, n = 3 có bao nhiêu obitan, lớp thứ n có bao nhiêu obitan?

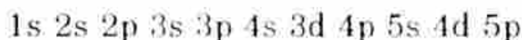
c) Trong các obitan sau đây, obitan nào không thể có được:

2s, 2d, 3p, 3f, 4f và 5s.

Chủ đề 2
Dựa vào cấu hình electron xác định nguyên tố là kim loại hay phi kim.

Phương pháp:

– Viết cấu hình electron theo mức năng lượng tăng dần


1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p

– Sau đó sắp xếp electron vào từng lớp (lớp 1, 2, 3, v.v...) để biết số điện tử lớp ngoài cùng, nếu:

+ Các nguyên tử có 1, 2, 3 electron lớp ngoài cùng là kim loại (Trừ nguyên tố Bo).

+ Các nguyên tử có 5, 6, 7 electron lớp ngoài cùng là phi kim.

+ Các nguyên tử có 8 electron lớp ngoài cùng là khí hiếm.

+ Các nguyên tử có 4 electron lớp ngoài cùng nếu ở chu kì nhỏ là phi kim, ở chu kì lớn là kim loại.

BÀI TẬP

44. Nguyên tử của một nguyên tố có cấu tạo bởi 115 hạt. Hạt mang điện nhiều hơn hạt không mang điện là 25 hạt. Tìm A, Z của nguyên tử đó. Cho biết nguyên tử đó thuộc kim loại hay phi kim?

Giải

– Theo đầu bài ta có:

$$+\begin{cases} Z + E + N = 115 \\ Z + E - N = 25 \end{cases} \qquad (1)$$

$$2Z + 2E = 140$$

$$Z + E = 70$$

Ta đã biết Z = E nên bằng 35; thay giá trị Z, E vào (1) giải ra được N = 45; A = Z + N = 35 + 45 = 80

– Cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$

Nguyên tử có 7e lớp ngoài cùng, vậy nguyên tố là phi kim.

45. Nguyên tử của nguyên tố X được cấu tạo bởi 36 hạt, hạt mang điện gấp đôi hạt không mang điện. Tìm A, Z của nguyên tử đó. Cho biết nguyên tố X là kim loại hay phi kim.

Giải

– Theo đầu bài ta có: Z + E + N = 36

$$Z + E = 2N \text{ hay } 2Z = 2N \rightarrow Z = N$$

Vậy: Z = E = N = 12.

A = Z + N = 12 + 12 = 24.

– Cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$.

Nguyên tử có 2e ở lớp ngoài cùng nên nguyên tố là kim loại.

46. Một hợp chất B được tạo bởi một kim loại hoá trị (II) và một phi kim hoá trị I. Tổng số hạt trong phân tử B là 290. Tổng số hạt không mang điện là 110, hiệu số hạt không mang điện giữa phi kim và kim loại là 70. Tỉ lệ số hạt mang điện của kim loại so với phi kim trong B là $\frac{2}{7}$. Tìm A, Z của kim loại và phi kim trên.

Giải

Công thức hợp chất B là XY_2 (X là kim loại, Y là phi kim).

$$\begin{cases} 2Z_x + N_x + 2(2Z_y + N_y) = 290 & (1) \\ N_x + 2N_y = 110 & (2) \\ 2N_y - N_x = 70 & (3) \\ \dfrac{2Z_x}{4Z_y} = \dfrac{2}{7} & (4) \end{cases}$$

Giải 2 phương trình (2) và (3)

$$\begin{cases} N_x + 2N_y = 110 \\ 2N_y - N_x = 70 \end{cases}$$

$4N_y = 180$

$N_y = 45$

$N_x = 20$

Thay N_y, N_x vào phương trình (1).

$2Z_x + 4Z_y = 290 - (20 + 90) = 180$

$$\begin{cases} Z_x + 2Z_y = 90 \\ \dfrac{Z_x}{2Z_y} = \dfrac{2}{7} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_x + 2Z_y = 90 \\ 7Z_x - 4Z_y = 0 \end{cases}$$

Giải ra ta được: $\begin{cases} Z_x = 20 \\ Z_y = 35 \end{cases}$

Ax = 20 + 20 = 40 là canxi

Ay = 45 + 35 = 80 là brom.

47. Nguyên tử của 2 nguyên tố X, Y lần lượt có phân lớp ngoài cùng là $4p^x$ và $4s^y$. Biết số proton bằng số nơtron trong hạt nhân nguyên tử Y và X không phải là khí hiếm.

a) Cho biết X và Y là kim loại hay phi kim

b) Viết cấu hình electron của mỗi nguyên tử 2 nguyên tố X, Y (biết tổng số electron của hai phân lớp ngoài cùng của nguyên tử 2 nguyên tố bằng 7). Hãy xác định số hiệu nguyên tử của X và Y?

c) X có hai đồng vị là X_1 và X_2. Tổng số hạt không mang điện X_1 và X_2 là 90. Nếu cho 1,2 gam Y tác dụng với một lượng X vừa đủ thì thu được 5,994 gam hợp chất YX_2.

Biết tỉ lệ, số nguyên tử X_1 : số nguyên tử X_2 = 605 : 495

(1) Tính M_x và số khối X_1, X_2

(2) Có bao nhiêu nguyên tử X_1, X_2 trong 1 mol nguyên tử X.

Giải

a) X có phân lớp electron lớp ngoài cùng là $4p^x$ vậy thuộc chu kỳ 4 và phân nhóm chính 2 + x. Chu kì 4 là chu kì lớn, nếu phân lớp electron ngoài cùng là $4p^x$ thì lớp sát là $3d^{10}$. Vậy X ở gần cuối chu kì nó phải là phi kim.

Y có phân lớp ngoài cùng là $4s^y$. Vậy Y thuộc phân nhóm chính và y chỉ có thể là 1 hoặc 2 vậy Y là kim loại. Trong Y số (p) = số (n) vậy chỉ có canxi phù hợp.

b) y + x = 7 X không phải là khí hiếm.

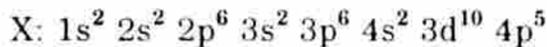
Có 2 trường hợp.

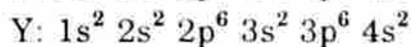
• y = 1, x = 6. Nếu x = 6 thì khi viết cấu hình electron của X đến phân lớp ngoài cùng là $4p^6$. Lớp ngoài cùng là $4s^2\ 4p^6$ X là khí hiếm (loại giả thiết này).

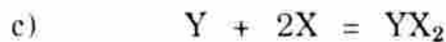
• y = 2, x = 5 vậy X có cấu hình lớp ngoài cùng là $4s^2\ 4p^5$ X thuộc phân nhóm chính nhóm 7

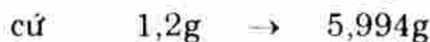
Vậy nó là brom còn Y là canxi và $Z_y = 20 = N_y$, $A_y = 40$.

Cấu hình electron của:


X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$


Y: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$


c) $Y + 2X = YX_2$


cứ 1,2g → 5,994g

m của X trong hợp chất: 5,994 − 1,2 = 4,794g

cứ 1 mol nguyên tử Y cần 2 mol nguyên tử X.

n nguyên tử Y = $\frac{1,2}{40} = 0,03$

nX = 2 số mol Y vậy = 0,06.

$$M_X = \frac{4,794}{0,06} = 82,9$$

$n_{X_1} + n_{X_2} = 90$ $Z_X = 35$

$X_1 = n_{X_1} + Z_X$, $X_2 = n_{X_2} + Z_X$, $X_1 + X_2 = 90 + 70 = 160$

X có 2 đồng vị X_1, X_2; gọi khối lượng là X_1, X_2

$$M_X = \frac{605X_1 + 495X_2}{1100} = 82,9$$

$X_1 + X_2 = 90 + 70 = 160.$

$$\begin{cases} 605X_1 + 495X_2 = 91190 \\ X_1 + X_2 = 160 \end{cases}$$

$$-\begin{cases} 605X_1 + 495X_2 = 91190 \\ 495X_1 + 495X_2 = 79200 \end{cases}$$

$110\ X_1 = 11990$

$X_1 = 109$

$X_2 = 51$

– Trong 1 mol X có 6,02 . 10^{23} nguyên tử

Số nguyên tử:

$$X_1 = \frac{6,02.10^{23} \times 605}{1100} = 3,3.10^{23}$$

$$X_2 = \frac{6,02.10^{23} \times 495}{1100} = 2,709.10^{23}$$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

48. Cấu hình electron ngoài cùng của một nguyên tố X là $5p^5$. Tỉ số số nơtron và điện tích hạt nhân bằng 1,3962. Số nơtron trong nguyên tử X gấp 3,7 lần số nơtron của nguyên tử nguyên tố Y. Khi cho 1,0725 gam Y tác dụng với lượng dư X thu được 4,565 gam sản phẩm có công thức XY

a) Viết đầy đủ cấu hình electron nguyên tử nguyên tố X

b) Xác định số hiệu nguyên tử, số khối và tên của X, Y.

c) X và Y chất nào là kim loại? là phi kim?

49. Viết cấu hình electron của các cặp nguyên tử có số hiệu nguyên tử là 11,19; 12,20; 7,15; 10,18.

Nhận xét về số electron ngoài cùng của từng cặp, những cặp nào là kim loại, phi kim, khí hiếm ?

50. Dựa vào cấu hình electron của các nguyên tố sau:

a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$

Những nguyên tố nào là kim loại ? là phi kim ? là khí hiếm ?

51. Viết đầy đủ cấu hình electron của các nguyên tử có electron ngoài cùng như sau:

a) $3p^6 4s^2$; b) $3s^2 3p^1$; c) $3s^2 3p^5$

d) $3d^{10} 4p^6$; e) $5p^6 6s^1$; f) $3s^2 3p^6$

– Xác định tên nguyên tố, phân bổ electron vào các obitan

– Nguyên tử nào thuộc kim loại, phi kim, khí hiếm ?

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ CHƯƠNG NGUYÊN TỬ

5.

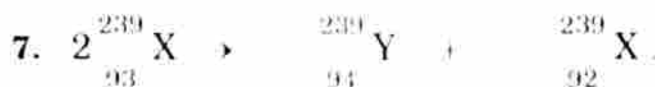
$$\overline{M} = 63.\frac{105}{105+245} + 65.\frac{245}{105+245} = 64,4$$

Khối lượng nguyên tử của đồng là 64,4.

6. Tỉ lệ $\frac{\text{proton (p)}}{\text{nơtron (n)}} = \frac{13}{15}$ hoặc $\frac{26}{30}$

A = p + n = 56; Z = 26.

Vậy c là đúng.

7. 

$2\,^{239}_{93}X \rightarrow \,^{239}_{94}Y + \,^{239}_{92}X$

8. AB_3^{2-} có 42 e, vậy AB_3 có 40e. Theo đầu bài số p = số n

Vậy số p = số e = số n = 40

Gọi x, y là số proton trong các hạt nhân của A, B ta có:

$$x + 3y = 40, \text{ do đó } y < \frac{40}{3} = 13{,}3$$

nghĩa là B phải thuộc chu kì 2 và vì là phi kim (tạo anion) nên B chỉ có thể là flo, oxi hoặc nitơ.

• Nếu B là flo (y = 9) thì AB_3^{2-} có công thức AF_3^{2-}, A có số oxi hóa là +1 và x = 40 − 3 × 9 = 13. Đó là số thứ tự của nguyên tố Al, Al có số oxi hoá là +3, trường hợp này loại.

• Nếu B là oxi (y = 8) thì AB_3^{2-} có công thức AO_3^{2-} ; A có số oxi hoá +4 và x = 40 − 3 × 8 = 16. Đó là số thứ tự của S, S có số oxi hoá là +4, trường hợp này đúng.

Vậy A là S và B là O; B có số khối = 8 + 8 = 16

• Nếu B là nitơ (y = 7) thì AB_3^{2-} có công thức AN_3^{2-}, A có số oxi hoá là +7 và x = 40 − 3 × 7 = 19.

Đó là số thứ tự của nguyên tố K, K có số oxi hoá là +1, trường hợp này loại.

9. Gọi Z là số proton cũng bằng số electron

Gọi N là số nơtron.

$2Z + N = 21$ (1)

$Z = \frac{21 - N}{2} = 10{,}5 - \frac{N}{2}$ nên $Z \le 10$, trong 80 nguyên tố có hạt nhân nguyên tử bền, nên ta áp dụng :

$1 \le \frac{N}{Z} \le 1{,}5$ nên $N \le 1{,}5Z$ thay vào (1)

$2Z + 1{,}5Z \ge 21$ nên $Z \ge 6$

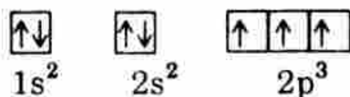
$6 \le Z \le 10$

$A = 21 - Z$

Z	6	7	8	9	10
A	15	14	13	12	11

Vậy Z = 7 và A = 14. Nguyên tố đó là N

b) $1s^2\,2s^2\,2p^3$

c) Có tất cả 5 obitan 

$1s^2$ $2s^2$ $2p^3$

Cách khác:

$$N + 2Z = 21$$

$$1 \le \frac{21}{Z} - 2 \le 1,5 \rightarrow 3 \le \frac{21}{Z} \le 3,5$$

$$\frac{21}{3} \ge Z \ge \frac{21}{3,5} \quad \rightarrow 7 \ge Z \ge 6$$

$$N = 21 - 2Z$$

Sau đó giải như trên

10. Gọi Z, N, E là số proton, nơtron và electron ta có:

$$Z + N + E = 155$$

Trong một nguyên tử Z = E nên

$$2Z + N = 155 \qquad (1)$$

Số hạt mang điện (Z, E) nhiều hơn số hạt không mang điện là 33 hạt nên:

$$2Z - N = 33 \qquad (2)$$

Giải hệ phương trình (1), (2) ta có:

Số Z = 47, số N = 61

A = Z + N = 47 + 61 = 108.

11. Trong M có Z proton, Z electron, N nơtron

X Z' ; Z' ; N

Có các phương trình

$$\begin{cases} (2Z + N) + (6Z' + 3N') = 196 \\ (2Z + 6Z') - (N + 3N') = 60 \\ (Z' + N') - (Z + N) = 8 \\ (2Z' + N' + 1) - (2Z + N - 3) = 16 \end{cases}$$

Giải hệ 4 phương trình trên ta có:

Z = 13; Z' = 17; N = 14; N' = 18

Dựa vào khối lượng nguyên tử của M và X để xác định đồng vị

$${}^{27}_{13}M \ ; \ {}^{35}_{17}X$$

12. Xác định A: $2Z + N = 16 \qquad (1)$

$$Z = 8 - \frac{N}{2} \text{ nên } Z \le 8$$

Mặt khác $\frac{N}{Z} \le 1,5 \rightarrow N \le 1,5Z$

Thay vào (1) $2Z + 1,5Z \ge 16 \rightarrow Z \ge 4,5; \ 4,5 \le Z \le 8$

Số khối = 16 − Z.

Z		5	6	7
Số khối		11	10	9

$$A = {}^{5}_{11}B$$

Hoặc có thể giải cách khác:

$Z = 7 \rightarrow N = 2 \rightarrow$ Tỉ lệ $\dfrac{N}{Z} \le \dfrac{2}{7} = 0,28$ (loại)

$Z = 6 \rightarrow N = 4 \rightarrow$ Tỉ lệ $\dfrac{N}{Z} \le \dfrac{4}{6} = 0,6$ (loại)

$Z = 5 \rightarrow N = 6 \rightarrow$ Tỉ lệ $\dfrac{N}{Z} \le 1,2$ (nhận)

Xác định B.

$$2Z + N = 58$$

$$Z = 29 - \frac{N}{2} \text{ nên } Z \le 29$$

Mặt khác : $\dfrac{N}{Z} \le 1,5 \rightarrow N \le 1,5Z$

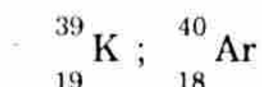
$$2Z + 1,5Z \ge 58 \rightarrow Z \ge 16,5$$

$$16,5 \le Z \le 29$$

$$\text{Số khối} = 58 - Z.$$

Z	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Số khối	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31

Theo đầu bài sự chênh lệch giữa số khối với khối lượng nguyên tử trung bình là không quá một đơn vị nên B là:



$${}^{39}_{19}K \; ; \; {}^{40}_{18}Ar$$

13. Gọi x là tỉ lệ phần trăm ${}^{2}_{1}D$ (đơtêri)

$$\frac{x.2 + (100 - x)1}{100} = 1,008$$

Giải ra được x = 0,8%

Trong 1mol nước có khối lượng 18,016 g có $2 \times 6,023.10^{23}$ nguyên tử hidro hay $2 \times 6,023.10^{23} \times 0,8\%$ đồng vị đơtêri (D)

$$n_{H_2O} = \frac{100}{18,016}$$

Vậy trong 100 g nước có:

$$\frac{100 \times 2 \times 6,023.10^{23} \times 8.10^{-3}}{18,016} = 5,33.10^{22} \text{ D}$$

14. Gọi số proton là Z, số nơtron là N

• *Cách 1*

$$2Z + N = 34 \ (1) \rightarrow Z = 17 - \frac{N}{2} \text{ nên } Z \leq 17$$

Mặt khác $1 \leq \frac{N}{Z} \leq 1,5$ $N \leq 1,5Z$. Thay vào (1)

$3,5Z \geq 34$ $Z \geq 9,7$

$9,7 \leq Z \leq 17$ (Z là một số nguyên)

$A = 34 - Z$

Z	10	11	12	13	14	15	16
A	24	23	22	21	20	19	18

Nguyên tố là Na có A = 23; Z = 11.

(Nếu giả thiết $\frac{N}{Z} < 1,2$)

• *Cách 2*

$$2Z + N = 34$$

Vì N > Z nên $3Z < 34 \rightarrow Z < \frac{34}{3} = 11,3$

Mặt khác $Z < N < 1,5Z$ nên $2Z + N < 2Z + 1,5Z$

hay $34 < 3,5N \rightarrow Z < \frac{34}{3,5} = 9,7$

$$9,7 < Z < 11,3.$$

Z là một số nguyên vậy Z có thể là 10 hoặc 11.

Nếu $Z = 10 \rightarrow N = 14 \rightarrow \frac{N}{Z} = 1,4$ (loại)

Nếu $Z = 11 \rightarrow N = 12 \rightarrow \frac{N}{Z} < 1,09$ (nhận).

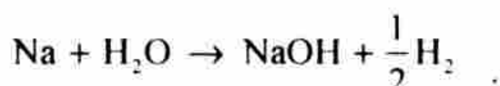
15. a) Các nguyên tử và ion có cấu hình electron:

$$1s^2\, 2s^2\, 2p^6$$

X^+ là Na^+; Y^- là F và Z là Ne (Neon)

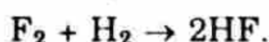
b) Cấu hình electron của nguyên tử trung hòa và tính chất:

X: $1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^1 \rightarrow$ là Na, có tính khử mạnh



$$Na + H_2O \rightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2$$

Y: $1s^2\, 2s^2\, 2p^5 \rightarrow$ là F, có tính oxi hoá mạnh



$$F_2 + H_2 \rightarrow 2HF.$$

16. a) Tỉ lệ khối lượng của clo trong MCl_x và MCl_y:

$$\frac{35,5x}{M + 35,5x} : \frac{35,5y}{M + 35,5y} = 1:1,173$$

Ta có: $1,173xM + 6,142xy = yM$ (1)

Tỉ lệ khối lượng của oxi trong $MO_{0,5x}$ và M_2O_y:

$$\frac{8x}{M + 8x} : \frac{16y}{2M + 16y} = 1:1,352$$

Ta có: $1,352xM + 2,816xy = yM$ (2)

Từ (1), (2): $0,179M = 3,326y \rightarrow M = 18,581y$ (3)

y	1	2	3
M	18,581	37,162	55,743

Vậy M là 55,743 đvC (Fe)

b) Vì $\frac{\text{số p}}{\text{số n}} = \frac{13}{15} \rightarrow n = \frac{15p}{13}$

$$A = p + n \rightarrow A = p + \frac{15p}{13} \rightarrow p = \frac{13A}{28}$$

A	55	56	57	58
p	25,53	26	26,46	26,93

Vì số proton phải là số nguyên nên M ứng với đồng vị $^{56}_{26}Fe$

17. Nếu kí hiệu tỉ lệ phần trăm đồng vị $^{11}_{5}B$ trong tự nhiên bằng x, tỉ lệ phần trăm đồng vị $^{10}_{5}B$ bằng 100 − x ta có:

$$\frac{x.11 + 10(100 - x)}{100} = 10,81$$

Giải ra ta được x = 81%.

$M_{H_3BO_3} = 61,81$

Tỉ lệ đồng vị $^{11}_{5}B$ trong H_3BO_3 là:

$$\frac{11 \times 81}{61,81 \times 100} \times 100\% = 14,41\%.$$

18. Là các nguyên tố:

a) $Z = 6\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^2)$ [↑↓] [↑↓] [↑|↑|↑] nguyên tố là C.

$Z = 8\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^4)$ [↑↓] [↑↓] [↑↓|↑|↑] nguyên tố là O.

$Z = 14\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2)$

[↑↓] [↑↓] [↑↓|↑↓|↑↓] [↑↓] [↑|↑|] nguyên tố là Si.

$Z = 16\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4)$

[↑↓] [↑↓] [↑↓|↑↓|↑↓] [↑↓] [↑↓|↑|↑] nguyên tố là S.

b) Công thức phân tử của các hợp chất:

CO, CO_2; SiC, CS_2; SiO_2, SO_2, SO_3

19. – Nói: "số khối bằng khối lượng nguyên tử" là không đúng vì khối lượng nguyên tử là một đại lượng vật lí không thể bằng một số.

– Nói: "Điện tích hạt nhân bằng số proton" là sai. Giải thích như trên.

20. Gọi x là tỉ lệ phần trăm đồng vị thứ 2. Ta có:

$$\frac{(54,5)79 + (100 - 54,5)X}{100} = 79,91$$

$$X = 81$$

Đồng vị thứ 2 của brom là $^{81}_{35}Br$

21. Mol là lượng chất (hay nguyên tố) chứa $6,02.10^{23}$ hạt vi mô (nguyên tử, phân tử, ion...).

Khối lượng mol nguyên tử của một nguyên tố là khối lượng của một mol nguyên tử của nguyên tố đó.

Khối lượng mol phân tử của một chất là khối lượng một mol phân tử chất đó.

Khối lượng mol ion của một ion là khối lượng một mol ion đó

Thí dụ:

$M_O = 16$ g; $M_{O_2} = 32$ g

$M_H = 1$ g ; $M_{H^+} = 1$ g

22. – Obitan nguyên tử là khu vực không gian xung quanh hạt nhân nguyên tử, trong đó xác suất có mặt của electron là lớn nhất.

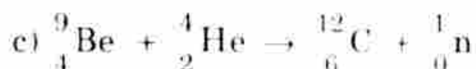
Mặt giới hạn không gian của: obitan s là mặt cầu; obitan p là mặt dạng hình số 8 nổi mà tại đó xác suất có mặt của electron là lớn nhất.

– Electron chuyển động xung quanh hạt nhân, tạo thành đám mây electron, ở vùng "mây đặc" khả năng có mặt của electron là lớn nhất; vùng cách xa hạt nhân "vùng mây loãng" có mặt của electron là ít.

23. Hoàn thành các phản ứng hạt nhân:

a) ${}^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \rightarrow 2\,{}^{4}_{2}He$

b) ${}^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{26}_{12}Mg$

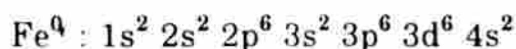

c) ${}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$

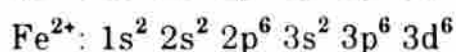
24. Phân tử khí CO_2 gồm 1 nguyên tử cacbon và 2 nguyên tử oxi, do đó có thể tạo thành 12 loại khí CO_2. Để đơn giản ta kí hiệu đồng vị ${}^{12}C$ là C, còn đồng vị ${}^{13}C$ là C'; ${}^{16}O$ là O; ${}^{17}O$ là O' và ${}^{18}O$ là O".

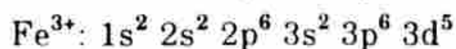
Các phân tử có thể là:

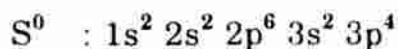
	CO_2	$C'O_2$	CO'_2	$C'O'_2$	CO''_2	$C'O''_2$	COO'
M =	44	45	46	47	48	49	45
	COO"	C'OO'	C'OO"	CO'O"	C'O'O"		
M =	46	46	47	47	48		

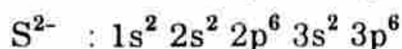
25. Cấu hình electron của:


Fe^{0} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6\ 4s^2$


Fe^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$


Fe^{3+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$


S^{0} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$


S^{2-} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

26. a) – Khối lượng mol nguyên tử Mg = $4{,}48.10^{-23} \times 6{,}02.\ 10^{23} = 26{,}97$g.

Vì khối lượng electron không đáng kể nên khối lượng ion cũng xem bằng khối lượng mol nguyên tử nên:

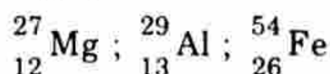
– Khối lượng mol ion Al^{3+} = $4{,}82.10^{-23} \times 6{,}02.10^{23} = 29{,}01$ g.

– Khối lượng mol ion Fe^{3+}: $8{,}96.10^{-23} \times 6{,}02.10^{23} = 53{,}94$ g

b) Như vậy số khối của:

Mg = 27; Al = 29; Fe = 54.

tương ứng với các đồng vị:


${}^{27}_{12}Mg$; ${}^{29}_{13}Al$; ${}^{54}_{26}Fe$

thì số nơtron trong hạt nhân của các nguyên tử trên:

Mg có 12p nên số n là: 27 – 12 = 15

Al có 13p nên số n là : 29 – 13 = 16

Fe có 26p nên số n là : 54 – 26 = 28

27. Gọi $\overline{Z_X}$ là số proton trung bình trong 1 nguyên tử có

X^+, ta có: $\overline{Z_X} = \frac{11}{5} = 2,2$; do đó X phải chứa hidro (H có Z = 1) hoặc He (có Z = 2) nhưng He là khí hiếm không tạo muối thông thường do đó trong X^+ có H. Gọi A là nguyên tố thứ 2 ta có công thức của X^+ là $A_nH_m^+$ với hệ phương trình:

$$\begin{cases} n + m = 5 \\ Z_A.n + 1.m = 11 \end{cases}$$

Giải ra ta có: $n(Z_A - 1) = 6$, chỉ có nghiệm duy nhất n =1 nghĩa là $Z_A = 7$ là phù hợp và cation đó là NH_4^+

Gọi $\overline{Z_Y}$ là số proton trung bình trong 1 nguyên tử có trong Y^{2-} ta có: $\overline{Z_Y} = \frac{50-2}{5} = 9,6$ do đó phải có 1 nguyên tố có Z ≤ 9 nghĩa là thuộc chu kì 2 do đó nguyên tố thứ 2 phải ở chu kì 3, do đó số proton của chúng cách nhau 8 đơn vị (chu kì 2 và 3 đều là chu kì nhỏ cách nhau 8 nguyên tố).

Gọi Z là số proton của nguyên tố thứ nhất A thì Z + 8 là số proton của nguyên tố thứ hai B. Công thức của Y^{2-} là $A_\alpha B_\beta^{2-}$ thỏa mãn điều kiện:

Giải phương trình (2) ta có: $5Z - 8\alpha = 8$. Phương trình chỉ có nghiệm

$$\begin{cases} \alpha + \beta = 5 & (1) \\ Z_\alpha + (Z + 8)(5 - \alpha) = 48 & (2) \end{cases}$$

duy nhất là α = 4 và Z = 8 là đúng; đó là nguyên tố oxi. Nguyên tố thứ hai có Z = 8 + 8 = 16 đó là lưu huỳnh và công thức của Y là SO_4^{2-}.

Chất N có công thức là: $(NH_4)_2SO_4$.

28. a) Đồng vị là những nguyên tử có cùng số proton (cùng điện tích hạt nhân Z) nhưng khác nhau về số nơtron nên số khối (A) khác nhau.

1) Mệnh đề này sai vì chất không thể cùng Z (chất gồm: đơn chất và hợp chất)

2) Mệnh đề này sai vì các nguyên tố khác nhau có Z khác nhau.

3) Mệnh đề này sai vì các nguyên tố khác nhau có số khối như nhau.

4) Mệnh đề này đúng.

5) Mệnh đề này sai vì đồng vị có cùng số proton nhưng số nơtron khác nhau nên không thể có số khối giống nhau.

29. Kí hiệu số proton là P.

Kí hiệu số nơtron là N.

Kí hiệu số electron là E.

Tổng số phần tử cấu tạo của nguyên tử A = P + N + E = 36

Tổng số phần tử cấu tạo của nguyên tử B = P + N + E = 40

Giả thiết nguyên tố	Phân nhóm chính	Cấu tạo nguyên tử	Số proton (P)	Số electron (E)	Số nơtron (N)	Nguyên tử khối	Kết luận
A ở chu kì 2	2 (hóa trị 2)	A_{2}^{2}	4	4	36 – 8 = 28	4 + 28 = 32	loại
A ở chu kì 3	2	2 A 8 3	12	12	36 – 24 = 12	12 + 12 = 24	nhận Mg
B ở chu kì 3	3 (hóa trị 3)	3 B 8 2	13	13	40 – 26 = 14	13 + 14 = 27	nhận Al

30. Xác định công thức của M:

– A vừa có hóa trị âm, vừa có hóa trị dương → A là phi kim.

– A và B có hóa trị cao nhất là a + 2. Hai nguyên tố thuộc cùng nhóm a + 2.

– Tổng hóa trị âm và dương về giá trị tuyệt đối bao giờ cũng bằng 8.

– M có công thức X_3Y vì tạo bởi X^+ và Y^{3-} (phân tử trung hòa về điện).

a + a + 2 = 8 → a = 3 → A, B thuộc nhóm 5

Theo đầu bài $\frac{M_{Y^{3-}}}{M_X} > 5 \rightarrow M_{Y^{3-}} > 5M_{X^+}$ hay

$$3M_{X^+} + M_{Y^{3-}} > 8M_{X^+} \rightarrow M_{X^+} < \frac{3M_{X^+} + M_{Y^{3-}}}{8} = \frac{149}{8} = 18,6.$$

Theo đầu bài M_{X^+} do 5 nguyên tử tạo nên, vậy khối lượng nguyên tử trung bình $< \frac{18,6}{5} = 3,72$, nguyên tử có khối lượng nguyên tử < 3 chỉ có H, X^+ là $(AH_4)^+$

M_A < 18,6 – 4 chỉ có N có khối lượng nguyên tử nguyên tử bằng 14, nhóm 5, có hoá trị –3. Y^{3-} là $(\overset{+5}{B}\overset{-2}{C_4})^{3}$; $M_{Y^{3-}} = 149 - 3 \times 18 = 95$. Khối lượng nguyên tử trung bình $= \frac{95}{5} = 19$; C có khối lượng nguyên tử < 19 thuộc nhóm 6 có hoá trị –2 là oxi; M_B = 95 – 16 × 4 = 31.(P)

Vậy công thức của M: $(NH_4)_3PO_4$.

31. a) đúng; b) sai; c) đúng; d) đúng; e) sai; f) sai

32.

• *Cách 1*: Y thuộc nhóm 5. Suy ra X thuộc nhóm 4 hay 6. Nếu Y thuộc chu kì ≥ 4 thì Σ điện tử của nguyên tố Y ≥ 23 trái với đề bài. Do đó hai

nguyên tố có tổng số điện tích dương hạt nhân là 23 phải ở chu kì nhỏ.

- Gọi a, b là số lớp e trung gian (trừ lớp trong cùng và lớp ngoài cùng) của 2 nguyên tố X, Y thì:

a) Nếu X thuộc nhóm 4

$(2 + 8a + 4) + (2 + 8b + 5) = 23 \rightarrow 8(a + b) = 10.$

a và b nguyên dương hoặc bằng không, nên phương trình trên không thỏa mãn.

b) Nếu X thuộc nhóm 6:

$(2 + 8a + 6) + (2 + 8b + 5) = 23 \rightarrow 8(a + b) = 8.$

• $a = 0 \rightarrow b = 1 \rightarrow X\ {}^{6}_{2}$ nguyên tố là oxi; $Y\ {}^{5}_{8\ 2}$ nguyên tố là phot pho

• $a = 1 \rightarrow b = 0 \rightarrow X\ {}^{6}_{8\ 2}$ nguyên tố là lưu huỳnh; $Y\ {}^{5}_{2}$ nguyên tố là nitơ

Theo đầu bài ở dạng đơn chất X, Y không tác dụng được với nhau X là S và Y là N.

• *Cách 2:*

Giả sử Y ở chu kì 2. Nhóm 5:

X là S và Y là N. Phù hợp với đầu bài ở trạng thái đơn chất X, Y không phản ứng với nhau.

34.

Cấu hình e của A:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$

$Z = E = 36.$

$N = 79 - 36 = 43.$

35. $V_{1\ mol\ Fe} = \dfrac{55,85}{7,87} = 7,097\ cm^3$

$V_{1 nguyên\ tử\ Fe} = 7,097 \times \dfrac{75}{100} \cdot \dfrac{1}{6,023.10^{23}} = 8,8.10^{-24}\ cm^3$

Do đó bán kính nguyên tử của Fe tính theo công thức:

$$V_{Fe} = \frac{4}{3}\pi r_{Fe}^3 \rightarrow r_{Fe} = \sqrt[3]{\frac{3V_{Fe}}{4\pi}} = 1,29.10^{-8}\ cm$$

36. Tổng số các hạt trong nguyên tử = Z + E + N = 2Z + N = 28.

Vì Z < 28, nguyên tố có hạt nhân nguyên tử bền nên ta áp dụng công thức $1 \le \dfrac{N}{Z} \le 1,5$

$2Z + N = 28 \rightarrow N = 28 - 2Z.$

$$1 \le \frac{28}{Z} - 2 \le 1,5$$

$$3 \leq \frac{28}{Z} \leq 3,5$$

$$\frac{28}{3} \geq Z \geq \frac{28}{3,5}$$

$8 \leq Z < 9,33$ do Z là số nguyên nên Z = 8 hay 9.

- Nếu Z = 8 → cấu hình electron là $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ (trái với giả thiết).

Nếu Z = 9 → cấu hình electron là $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$. Nguyên tố phải tìm ở phân nhóm 7 (đúng với giả thiết).

37. - Số gam muối clorua theo lí thuyết:

$$\frac{14,05943 \times 100}{95} = 14,7994 \text{ gam}$$

- m kim loại X trong muối:

$$14,7994 - 7,81 = 6,9894 \text{ gam}$$

- Kim loại X có hoá trị x. Muối clorua có công thức XCl_x

n_{Cl} trong muối: $\frac{7,81}{35,5} = 0,22$

n_X trong muối: $\frac{0,22}{x}$ $\begin{pmatrix} 1 \text{ mol} & X & \text{có} & x & \text{mol} & Cl \\ n_X \text{ mol} & X & \text{có} & 0,22 & \text{mol} & Cl \end{pmatrix}$

$$n_X = \frac{0,22}{x}$$

- $$M_X = \frac{6,9894}{\frac{0,22}{x}} = \frac{6,9894}{0,22} \cdot x = 31,37 . x$$

Với x = 1 ta có $M_x = 31,77$ (loại)

Với x = 2 ta có $M_x = 63,54$ là Cu có hoá trị 2

Với x = 3 ta có $M_x = 95,31$ (loại)

- Tính số đồng vị A và B trong hỗn hợp. Gọi a là số hạt của đồng vị A, b là số hạt của đồng vị B.

$$\frac{b.100}{3600} - \frac{b.100}{4000} = 7,3$$

$$\frac{100b - 90b}{3600} = 7,3 \qquad \Rightarrow b = 2628$$

$$a = 972$$

- Tính số khối của A và B. Gọi số khối của đồng vị A là A và số khối của đồng vị B là B.

$$\begin{cases} \frac{2628A + 972B}{3600} = 63,54 \\ B - A = 2 \end{cases}$$

Giải ra ta có: A = 63; B = 65

Nếu cho A – B = 2

Giải ra ta có: B = 62,05.

Số khối phải là nguyên dương vậy phải loại nghiệm này chọn nghiệm trên.

– Tính p:

Tổng số hạt trong A: $\frac{186-2}{2} = 92$ (số e + số p + số n)

số (p) = số (e) trong 1 nguyên tử.

e + p + n = 92

p + n = A = 63

vậy e = 92 – 63 = 29

p = 29.

38. Công thức 2 oxit là A_2O_x và A_2O_y

Ta có tỉ lệ khối lượng oxi trong 2 oxit là: 50% và 60%.

Vậy, tỉ lệ khối lượng A trong 2 oxit là 50% và 40%

$$\left.\begin{array}{l}\frac{16x}{2A} = \frac{50}{50} = 1 \rightarrow 16x = 2A \\ \frac{16y}{2A} = \frac{60}{40} = 1,5 \rightarrow 16y = 3A\end{array}\right\} \rightarrow \begin{array}{l}\frac{x}{y} = \frac{2}{3} \\ y = 1,5x\end{array}$$

Chỉ có cặp x, y sau có thể chấp nhận:

$$\begin{cases} x = 2 \\ y = 3 \end{cases} \qquad \begin{cases} x = 4 \\ y = 6 \end{cases}$$

– Nếu chọn x = 2

Ta có: 32 = 2A ⇒ A = 16 (loại), vì A = 16 là oxi.

– Nếu chọn x = 4

Ta có: 64 = 2A ⇒ A = 32 (nhận), vì A = 32 là lưu huỳnh (S).

Vậy 2 oxit là S_2O_4 và S_2O_6 giản ước, ta có công thức 2 oxit là SO_2 và SO_3.

39. Khối lượng 1 mol Cu (hỗn hợp 2 đồng vị)

$$\frac{(63 \times 75) + (65 \times 25)}{100} = 63,5 \text{ g}$$

Khối lượng thanh Cu : 63,5 × 2 = 127 gam.

40. Đồng vị X có M_{X^2} : 24. Đồng vị Y có M_Y: 24 + 1 = 25

$$\overline{M} = \frac{(24 \times 3) + (25 \times 2)}{5} = 24,4$$

41. Các hạt trong đồng vị X_1: 18 gồm p + n + e. Các loại hạt bằng nhau. Vậy số hạt của mỗi loại:

$$\frac{18}{3} = 6$$

Số khối của đồng vị X_1 = 12

Số khối của đồng vị X_2 = 20 – 6 = 14

(số hạt electron của X_1 và X_2 bằng nhau)

$$A_X = \frac{(12 \times 50) + (14 \times 50)}{100} = 13$$

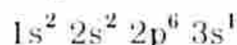
42. Với nguyên tố B cấu hình là :

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$. $\quad Z = 17$

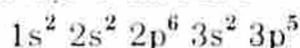
Với nguyên tố A ở phân lớp 3s chỉ có 1 electron (theo giả thiết của đầu bài), vậy A có cấu hình:

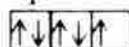
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$, $\quad Z = 11$

Số electron độc thân của A:


$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$

Số electron độc thân của B:


$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$



X \ Giá trị n	3	4
X : $(n - 1)p^4$	$2p^4$: chu kì 2, phân nhóm VIA	$3p^4$: chu kì 3, phân nhóm VIA
Y : np^4	$3p^4$: chu kì 3, phân nhóm VIA	$4p^4$: chu kì 4, phân nhóm VIA
Z : $(n + 1)s^1$	$4s^1$: chu kì 4, phân nhóm IA	$5s^1$: chu kì 5, phân nhóm IA

43.

a) Lớp electron thứ 5 có 4 phân lớp s, p, d, f .

b) Lớp electron có $\quad n = 2$ có 4 obitan

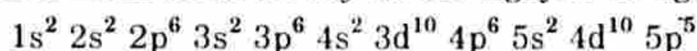
$\qquad n = 3$ có 9 obitan

Lớp thứ n có số obitan: $\dfrac{2n^2}{2} = n^2$

c) Trong các obitan sau: 2s, 2d, 3p, 3f, 4s, 5s thì obitan 2d và 3f là không có.

48.

a) Cấu hình electron đầy đủ của nguyên tử nguyên tố X


$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^5$

$Z_X = 53$ (số hiệu của X)

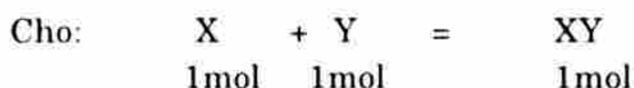
$A_X = N_X + Z_X$ mà $\dfrac{N_X}{Z_X} = 1{,}3962 \Rightarrow N_X = 74$

$A_X = 74 + 53 = 127$

X thuộc chu kì V, nhóm VIIA tên là iốt và là phi kim.

b) N_Y:

$\frac{N_X}{N_Y} = 3,7$. Thay $N_X = 74$ ta có $N_Y = 20$



Cho: X + Y = XY

1mol 1mol 1mol

Vậy cứ 1 mol nguyên tử X cần 1 mol nguyên tử Y

Cứ 1,0725 g Y tác dụng hết với X ⇒ 4,565 g XY.

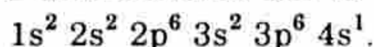
Vậy lượng X tham gia phản ứng là : 4,565 − 1,0725g = 3,4925 g.

$Z_Y = A_Y - N_Y = 39 - 20 = 19.$

$$n_Y = n_X = \frac{3,4925}{127} = 0,0275 \text{ mol}$$

$$M_Y \text{ hay } A_Y = \frac{1,0725}{0,0275} = 39$$

Cấu hình electron của Y:



$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$.

Y thuộc chu kì 4, nhóm IA, có tên là kali và là kim loại hoạt động hoá học mạnh.

49. Mỗi cặp nguyên tử có số electron ngoài cùng giống nhau lần lượt là 1, 2, 5, 8. Cặp 1, 2 là kim loại, cặp 3 là phi kim, cặp 4 là khí hiếm.

50. a) Khí hiếm b) Phi kim c) Khí hiếm d) Kim loại

51.

a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ Z = 20 là canxi, là kim loại và thuộc chu kì 4, nhóm IIA.

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ Z = 13 là nhôm, là kim loại thuộc chu kì 3, nhóm IIIA.

c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ Z = 17 là clo, là phi kim thuộc chu kì 3, nhóm VIIA.

d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ Z = 35 là brom, thuộc chu kì 4, nhóm VIIA.

e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^1$ Z = 55 là Cs, thuộc chu kì 6, nhóm IA.

f) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ Z = 18 là Ar, là khí hiếm, chu kì 3 nhóm VIIIA.

Chương 2

BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC

I. Sơ lược vài nét về lịch sử quá trình xây dựng bảng tuần hoàn các nguyên tố

II. Nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố hóa học

III. Cấu tạo bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học

IV. Cấu hình electron của các nguyên tố hóa học

V. Sự biến đổi tuần hoàn tính chất của các nguyên tố hóa học

VI. Định luật tuần hoàn

VII. Bài tập theo các chủ đề

- **Bài tập tự giải**
- **Đáp số và hướng dẫn**

Khi nghiên cứu tính chất hoá học của các nguyên tố, các nhà bác học luôn luôn hệ thống hoá các tính chất để tìm ra một quy luật chung cho sự biến đổi tính chất các nguyên tố. Kết quả là hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hoá học ra đời.

I. SƠ LƯỢC VÀI NÉT LỊCH SỬ VỀ QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC

Vào những năm đầu của thế kỉ XIX người ta mới chỉ biết có 36 nguyên tố. Hiện nay tổng số các nguyên tố đã lên tới 109.

* Đơ Brâyne (Dobreiner 1780 – 1849) là nhà bác học đầu tiên phát hiện ra dấu hiệu của trật tự sắp xếp các nguyên tố. Ông sắp xếp được 5 "bộ ba" các nguyên tố có tính chất hoá học tương tự nhau.

Li	Ca	P	S	Cl
Na	Sr	As	Se	Br
K	Ba	Sb	Te	I

* Năm 1863 Niulen (Newland) sắp xếp các nguyên tố theo chiều nguyên tử lượng tăng dần, kết quả ông nhận thấy cứ sau một số các nguyên tố thì sự biến thiên tính chất của các nguyên tố ở dãy đó được lặp lại ở dãy sau.

Ví dụ:

H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

Như vậy Niulen đã phát hiện dấu hiệu tính chất các nguyên tố biến thiên tuần hoàn theo chiều tăng của nguyên tử lượng.

* Năm 1869 Lotha Maye (Lothar Mayer) lại phát hiện ra thể tích nguyên tử cũng biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của nguyên tử lượng.

* Cũng vào năm 1869 Menđeleev sắp xếp các nguyên tố theo chiều tăng của nguyên tử lượng và đồng thời sắp xếp thành hệ thống như sau:

– Các nguyên tố thực hiện một lần biến thiên (mở đầu là một kim loại điển hình, áp cuối là một phi kim điển hình, kết thúc là một khí trơ) xếp thành một hàng ngang gọi là chu kì.

Các nguyên tố có cùng hoá trị xếp thành một cột dọc gọi là nhóm.

ĐMITRI IVANOVICH MENĐELEEV
(1834 – 1907)

Thời Mendeleev sắp xếp bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học mới chỉ có 68 nguyên tố nhưng ông đã tiên đoán còn có các nguyên tố chưa tìm ra và trong bảng của ông có một số vị trí được bỏ trống như ô 21, 31, 32. Đồng thời ông dự đoán tính chất của các nguyên tố chưa tìm ra đó. Và ngay lúc sinh thời ông, các nhà bác học đã phát hiện được 3 nguyên tố đúng như dự đoán của ông.

Đó là nguyên tố gali (31) được một nhà bác học Pháp phát hiện vào năm 1875; nguyên tố scandi (21) được các nhà bác học Thụy Điển phát hiện vào năm 1879 và nguyên tố giecmani (32) được các nhà bác học Đức phát hiện vào năm 1886.

Chính nhờ nhận định thiên tài của Mendeleev mà ngày nay chúng ta đã biết được tới 109 nguyên tố hoá học.

Đến đây xin được gợi ý thêm cho các nhà bác học tương lai của Việt Nam là bảng tuần hoàn sẽ có bao nhiêu nguyên tố thì đầy đủ? Có người nói là 137 nguyên tố đó là giới hạn của bảng, vậy ta thử tranh luận xem ?

Thiên tài của Mendeleev còn được thể hiện ở điểm sau: Đó là việc sắp xếp Ar đứng trước K, mặc dù kali có khối lượng nguyên tử (39) nhỏ hơn Ar (40). Điều này được giải đáp dưới ánh sáng của thuyết cấu tạo nguyên tử (Xem phần đồng vị của chương cấu tạo nguyên tử).

Sau khi sắp xếp các nguyên tố hoá học vào hệ thống như trên, Mendeleev đã phát biểu định luật tuần hoàn như sau:

Tính chất của đơn chất, thành phần và tính chất của các hợp chất đều biến thiên tuần hoàn theo chiều tăng khối lượng nguyên tử.

II. NGUYÊN TẮC SẮP XẾP CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

(dưới ánh sáng của thuyết cấu tạo nguyên tử)

1. Các nguyên tố được sắp xếp theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân.

2. Các nguyên tố có cùng số lớp electron trong nguyên tử xếp thành 1 hàng ngang và xếp theo chiều điện tích hạt nhân tăng dần (chu kì).

3. Các nguyên tố có cấu hình electron tương tự nhau được xếp thành một cột (nhóm).

III. CẤU TẠO BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC.

1. Ô – Mỗi nguyên tố hoá học được xếp vào một ô. Các ô được đánh số thứ tự. Số thứ tự chính là số điện tích hạt nhân Z của nguyên tố đó. Đó cũng chính là số hạt proton trong hạt nhân và là số electron thuộc lớp vỏ nguyên tử của nguyên tố đó.

Ví dụ: H ở ô thứ 1, có 1 proton trong hạt nhân và 1 electron ở lớp vỏ nguyên tử.

2. Chu kì

Bảng tuần hoàn (dạng bảng ngắn) gồm 10 hàng ngang, ứng với 7 chu kì. Các chu kì 1, 2, 3 và 7 (chu kì 7 chưa đầy đủ) gồm 1 hàng. Các chu kì còn lại

gồm 2 hàng. Chu kì gồm những nguyên tố mà nguyên tử của chúng có cùng số lớp electron. Số thứ tự của chu kì (đánh số từ 1 đến 7) bằng số lớp electron.

Chu kì 1:

Gồm 2 nguyên tố là hiđro (Z = 1) và heli (Z = 2).

Nguyên tử của hai nguyên tố này chỉ có một lớp electron: lớp K.

Chu kì 2:

Gồm 8 nguyên tố bắt đầu từ liti (Z = 3) và tận cùng là neon (Z = 10).

Nguyên tử của các nguyên tố này có 2 lớp electron: lớp K (gồm 2 electron) và lớp L. Số electron của lớp L tăng dần từ 1 đến 8 khi Z tăng từ 3 đến 10. Lớp electron ngoài cùng đạt tới cấu trúc bền vững ở nguyên tử của nguyên tố neon.

Chu kì 3:

Gồm 8 nguyên tố bắt đầu từ natri (Z = 11) và tận cùng là agon (Z = 18).

Nguyên tử của các nguyên tố này có 3 lớp electron: lớp K (gồm 2 electron), lớp L (gồm 8 electron) và lớp M. Số electron của lớp M tăng dần từ 1 đến 8 khi Z tăng từ 11 đến 18. Lớp electron ngoài cùng đạt tới cấu trúc bền vững ở nguyên tử của nguyên tố agon.

Chu kì 4:

Gồm 18 nguyên tố bắt đầu từ kim loại kiềm kali (Z = 19) và tận cùng là khí hiếm kripton (Z = 36).

Chu kì 5:

Cũng gồm 18 nguyên tố bắt đầu từ kim loại kiềm rubidi (Z = 37) và tận cùng là khí hiếm xenon (Z = 54).

Chu kì 6:

Gồm 32 nguyên tố bắt đầu từ kim loại kiềm xesi (Z = 55) và tận cùng là khí hiếm radon (Z = 86).

Chu kì 7:

Chưa đầy đủ. Hiện nay chu kì 7 mới có 22 nguyên tố.

Các chu kì 1, 2, 3 được gọi là chu kì nhỏ. Mỗi chu kì nhỏ là một hàng.

Các chu kì 4, 5, 6, 7 được gọi là chu kì lớn. Mỗi chu kì lớn (hàng dài) được cắt thành 2 hàng: hàng trên 10 nguyên tố, hàng dưới 8 nguyên tố.

Nhận xét:

1. Qua bảng hệ thống tuần hoàn ta nhận thấy: chu kì nào cũng mở đầu bằng một kim loại kiềm và tận cùng bằng một khí hiếm.

2. Trong mỗi chu kì, số electron lớp ngoài cùng tăng lần lượt từ 1 đến 8, vì vậy hoá trị cao nhất của các nguyên tố trong các hợp chất với oxi cũng tăng tương ứng từ 1 đến 7 (trừ các khí hiếm có 8e ngoài cùng, không tham gia phản ứng).

3. Nhóm và phân nhóm

a. Nhóm

Bảng tuần hoàn gồm 8 cột, mỗi cột là một nhóm. Nhóm được đánh số

bằng chữ số La Mã từ I đến VIII.

Nguyên tử của các nguyên tố trong cùng nhóm đều có số electron hoá trị bằng nhau (và bằng số thứ tự của nhóm). Như vậy *nhóm gồm các nguyên tố có hoá trị cao nhất đối với oxi bằng nhau (và bằng số thứ tự của nhóm).*

b. Giới thiệu các nhóm nguyên tố

Mỗi nhóm lại chia thành hai nhóm: nhóm A và nhóm B.

Nhóm A gồm các nguyên tố s và nguyên tố p.

Nhóm B gồm các nguyên tố d và nguyên tố f.

Nguyên tử của các nguyên tố trong cùng một nhóm có số electron hóa trị ngoài cùng bằng nhau, do đó có tính chất hoá học căn bản giống nhau.

Nguyên tử của các nguyên tố trong cùng một nhóm có số electron hóa trị bằng nhau và bằng số thứ tự của nhóm (trừ một số ít ngoại lệ).

Lưu ý: * Electron hoá trị là electron có khả năng tham gia vào việc tạo thành liên kết hoá học.

4. Các nguyên tố ngoài bảng

Trong chu kì 6 giữa bari (Z = 56) và hafini (Z = 72) có 15 kim loại có tính chất rất giống nhau. Chúng họp thành họ lantan. Vì các nguyên tố họ lantan thường có hoá trị 3 nên người ta chỉ xếp lantan (Z = 57) vào nhóm III, còn 14 nguyên tố sau lantan (từ Z = 58 đến Z = 71) được xếp xuống dưới bảng.

Cũng tương tự như vậy, trong chu kì 7 có 15 nguyên tố họ actini. Người ta chỉ xếp actini (Z = 89) vào nhóm III, còn 14 nguyên tố sau actini (từ Z = 90 đến Z = 103) được xếp xuống dưới bảng.

IV. CẤU HÌNH ELECTRON CỦA CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

1. Các nguyên tố nhóm A (gồm các nguyên tố thuộc chu kì nhỏ và chu kì lớn)

Chu kì	I_A	II_A	III_A	IV_A	V_A	VI_A	VII_A	$VIII_A$
1	H $1s^1$							He $1s^2$
2	Li $2s^1$	Be $2s^2$	B $2s^22p^1$	C $2s^22p^2$	N $2s^22p^3$	O $2s^22p^4$	F $2s^22p^5$	Ne $2s^22p^6$
3	Na $3s^1$	Mg $3s^2$	Al $3s^23p^1$	Si $3s^23p^2$	P $3s^23p^3$	S $3s^23p^4$	Cl $3s^23p^5$	Ar $3s^23p^6$
4	K $4s^1$	Ca $4s^2$	Ga $4s^24p^1$	Gc $4s^24p^2$	As $4s^24p^3$	Se $4s^24p^4$	Br $4s^24p^5$	Kr $4s^24p^6$
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra						
	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6

Công thức tổng quát $ns^a\ np^b$

n: số thứ tự của chu kì

(a + b) là số thứ tự của nhóm

Cấu hình e lớp ngoài là ns được gọi là nguyên tố s.

Cấu hình lớp ngoài cùng là ns np gọi là nguyên tố p.

2. Các nguyên tố nhóm B

Chu kì	III_B	IV_B	V_B	VI_B	VII_B	$VIII_B$			I_B	II_B
4	Se	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
5	Y	Zr	Nb	Mo	Te	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
6	La	Hf	Ta	W	Re	Os	In	Pt	Au	Hg
7	Ac	Ku	Ns	106	107	108	109			
Cấu hình electron lớp ngoài cùng	d^1s^2	d^2s^2	d^3s^2	d^5s^1	d^5s^2	d^6s^2	d^7s^2	d^8s^2	$d^{10}s^1$	$d^{10}s^2$

• Công thức tổng quát $(n - 1)d^a ns^b$.

n: số thứ tự của chu kì

b: luôn luôn là 2, a lần lượt từ 1 – 10, trừ 2 trường hợp sau:

$a + b = 6$ thay vì $a = 4$; $b = 2$ phải đổi là $a = 5$; $b = 1$

$a + b = 11$ thay vì $a = 9$; $b = 2$ phải đổi là $a = 10$; $b = 1$

• Biết cấu hình suy ra vị trí của nguyên tố thuộc nhóm B.

* $a + b < 8$: Tổng $a + b$ chính là số thứ tự của nhóm chứa nguyên tố đó.

* $a + b > 10$: Tổng $[a + b - 10]$ chính là số thứ tự của nhóm

* $a + b = 8, 9, 10$ các nguyên tố này thuộc nhóm VIII.

V. SỰ BIẾN ĐỔI TUẦN HOÀN TÍNH CHẤT CỦA CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

Qua bảng hệ thống tuần hoàn ta có nhận xét: *Theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, có sự biến đổi tuần hoàn về cấu hình* electron nguyên tử các nguyên tố chính là nguyên nhân của sự biến đổi tuần hoàn về tính chất của các nguyên tố.

Sau đây, ta nghiên cứu sự biến đổi tuần hoàn một số tính chất quan trọng.

1. Sự biến đổi tuần hoàn cấu hình electron nguyên tử các nguyên tố hóa học

a) Cấu hình electron nguyên tử các nguyên tố nhóm A (gồm các nguyên tố thuộc chu kì nhỏ và chu kì lớn)

Sự biến đổi tuần hoàn về cấu hình electron nguyên tử các nguyên tố chính là nguyên nhân của sự biến đổi tuần hoàn tính chất của nguyên tố. Đó là cơ sở của định luật tuần hoàn Menđeleev.

b) Cấu hình electron nguyên tử các nguyên tố nhóm D.

Các nhóm B thuộc chu kì lớn, chúng là các nguyên tố d và nguyên tố f, còn được gọi là nguyên tố kim loại chuyển tiếp.

2. Tính kim loại, phi kim

Trong hệ thống tuần hoàn: tính kim loại, phi kim của các nguyên tố biến đổi theo quy luật sau:

– *Trong mỗi chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân tính kim loại của các nguyên tố giảm dần, đồng thời tính phi kim tăng dần.*

Quy luật trên được lặp lại đối với mọi chu kì.

Dựa vào thuyết cấu tạo nguyên tử, ta có thể giải thích quy luật biến đổi tính chất trên như sau:

Trong một chu kì, số lớp electron của nguyên tử các nguyên tố bằng nhau. Khi điện tích hạt nhân tăng dần, sức hút của hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng tăng lên làm cho bán kính nguyên tử giảm dần.

Ví dụ:

Nguyên tố:	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Bán kính nguyên tử (Å):	1,86	1,60	1,43	1,17	1,10	1,04	0,99

Vì điện tích hạt nhân tăng dần, bán kính nguyên tử giảm dần nên khả năng dễ mất electron đặc trưng cho tính kim loại giảm dần, đồng thời khả năng thu electron đặc trưng cho tính phi kim tăng dần.

Trong mỗi chu kì, bán kính nguyên tử giảm từ trái qua phải. Trong nhóm A, bán kính nguyên tử tăng theo chiều từ trên xuống dưới.

– *Trong một nhóm A, đi từ trên xuống dưới, tính kim loại của các nguyên tố mạnh dần, đồng thời tính phi kim yếu dần.*

Ví dụ:

– *Trong nhóm IA*: Tính chất kim loại tăng rõ rệt từ liti đến franxi.

Vì sao ? Trong một phân nhóm chính, theo chiều từ trên xuống dưới, *điện tích hạt nhân tăng dần nhưng đồng thời số lớp electron cũng tăng nên bán kính nguyên tử các nguyên tố tăng nhanh*. Ví dụ:

Nguyên tố:	Li	Na	K	Rb	Cs
– Bán kính nguyên tử (Å):	1,52	1,86	2,31	2,44	2,62

Bán kính của nguyên tử liti nhỏ nhất, của franxi lớn nhất. Do đó khả năng dễ mất electron ngoài cùng của các nguyên tử kim loại kiềm cũng tăng từ liti đến franxi. Nguyên tử franxi dễ mất electron nhất so với các nguyên tố khác trong nhóm; nó là kim loại mạnh nhất. (Năng lượng để tách electron ở lớp ngoài cùng là nhỏ nhất).

– Trong nhóm VIIA (nhóm halogen) gồm những phi kim điển hình: chúng đều có khuynh hướng thu thêm electron. Nhưng tính phi kim giảm dần từ flo đến atatin, tức là khả năng thu thêm electron giảm dần. Đó là do bán kính nguyên tử tăng từ flo đến atatin.

Nguyên tố flo có bán kính nhỏ nhất nên dễ thu thêm electron hơn cả; nó là phi kim mạnh nhất nhóm.

3. Độ âm điện của các nguyên tố

– Độ âm điện của một nguyên tố là khả năng của nguyên tử của nguyên tố đó trong phân tử hút electron về phía mình.

– Độ âm điện được kí hiệu là: χ

– Độ âm điện của một nguyên tố càng lớn (năng lượng ion hoá lớn) thì tính phi kim của nó càng mạnh; ngược lại độ âm điện của một nguyên tố càng nhỏ (năng lượng ion hoá nhỏ) thì tính kim loại của nó càng mạnh.

– Nguyên tố flo là phi kim mạnh nhất, người ta quy ước lấy độ âm điện của nó là 4 để xác định độ âm điện tương đối của các nguyên tố khác.

– Các giá trị độ âm điện cũng như thứ tự độ âm điện chỉ có ý nghĩa tương đối và thay đổi theo phương pháp tính.

Sau đây là bảng độ âm điện của một số nguyên tố do nhà hoá học Paolinh (Pauling) thiết lập.

Nhận xét:

– Trong một chu kì, khi đi từ trái sang phải, độ âm điện của các nguyên tố tăng dần.

– Trong một phân nhóm chính, theo chiều từ trên xuống dưới, độ âm điện của các nguyên tố giảm dần.

Bảng độ âm điện của một số nguyên tố hoá học

H 2,1						
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
Rb 0,8	Sr 1,0					I 2,5
Cs 0,7	Ba 0,9					

Quy luật biến đổi độ âm điện phù hợp với sự biến đổi tính kim loại, phi kim của các nguyên tố trong một chu kì và trong nhóm A mà ta đã xét ở trên.

Bảng độ âm điện của các nguyên tố giúp ta biết được trong một phân tử hợp chất, cặp electron chung lệch về phía nào.

Ví dụ:

Độ âm điện		Sai biệt độ âm điện	Loại liên kết
3,0	$:\ddot{\underset{..}{Cl}}:\ddot{\underset{..}{Cl}}:$	0,0	Cộng hóa trị không cực.
2,1	$H^{\delta+}:\ddot{\underset{..}{Cl}}:^{\delta-}$	0,9	Cộng hóa trị phân cực
0,9	$Na^{+}:\ddot{\underset{..}{Cl}}:^{-}$	2,1	Liên kết ion

– Dựa vào sự sai biệt độ âm điện người ta có thể biết loại liên kết trong phân tử.

Sai biệt độ âm điện $\Delta\chi$	$0,0 \rightarrow 0,4$	$0,4 \rightarrow 2,0$	≥ 2
LOẠI LIÊN KẾT	Cộng hóa trị không phân cực	Cộng hóa trị phân cực	Liên kết ion

4. Hóa trị của các nguyên tố

Trong một chu kì, đi từ trái sang phải, hóa trị cao nhất với oxi tăng lần lượt từ 1 đến 7 còn hóa trị với hidro của các phi kim giảm từ 4 đến 1.

Ta lấy chu kì 3 làm ví dụ

– Sự biến đổi hóa trị của các nguyên tố

Số thứ tự của nhóm A	I	II	III	IV	V	VI	VII
Hợp chất với oxi	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
Hoá trị cao nhất với oxi	1	2	3	4	5	6	7
Hợp chất với hiđro				SiH_4	PH_3	H_2S	HCl
Hoá trị với hiđro				4	3	2	1

Đối với các chu kì khác, sự biến đổi hóa trị của các nguyên tố cũng diễn ra tương tự.

5. Tính chất của các oxit và hidroxit của các nguyên tố nhóm A

Trong một chu kì, đi từ trái sang phải theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hidroxit tương ứng yếu dần, đồng thời tính axit của chúng mạnh dần.

VI. ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

Tính chất của các nguyên tố cũng như thành phần và tính chất của các đơn chất và hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến thiên tuần hoàn theo chiều tăng điện tích hạt nhân.

VI. BÀI TẬP THEO CÁC CHỦ ĐỀ

Chủ đề 1.

Tìm vị trí các nguyên tố hóa học trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Phương pháp:

– Viết cấu hình electron theo mức năng lượng tăng dần.

– Nguyên tử có cấu hình electron lớp ngoài cùng là: $ns^a np^b$ thì nguyên tố thuộc nhóm A. (n: số thứ tự của chu kì, (a + b) = số thứ tự của nhóm).

– Nguyên tử có cấu hình electron ở lớp ngoài cùng là $(n-1)d^a ns^b$ thì nguyên tố thuộc nhóm B. n là số thứ tự của chu kì. Tổng a + b có 3 trường hợp:

* a + b < 8 thì tổng này là số thứ tự của nhóm.

* a + b = 8 hoặc 9 hoặc 10 thì nguyên tố thuộc nhóm VIII.

* a+b > 10 thì [a + b – 10] là số thứ tự của nhóm.

Chú ý: Với nguyên tử có cấu hình $(n-1)d^a$, ns^b.

b luôn luôn là 2

a chọn các giá trị từ $1 \rightarrow 10$. Trừ 2 trường hợp:

* $a + b = 6$ thay vì $a = 4$; $b = 2$ phải viết là $a = 5$; $b = 1$

* $a + b = 11$ thay vì $a = 9$; $b = 2$ phải viết là $a = 10$; $b = 1$

Ví dụ : Một nguyên tố có Z = 27

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^7$ phải viết lại

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7\ 4s^2$. Nguyên tố này thuộc chu kì 4, thuộc nhóm VIIIB.

BÀI TẬP

1. Tìm vị trí các nguyên tố có Z = 19, 31, 32, 35, 36, 24, 25, 29, mà không được dùng bảng hệ thống tuần hoàn.

Giải

• Z = 19 có cấu hình electron như sau:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$. Cấu hình lớp ngoài cùng là $4s^1$, vậy nguyên tố này thuộc chu kì 4, nhóm IA.

• Z = 31

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^1$. Cấu hình lớp ngoài cùng là $4s^2\ 4p^1$, nguyên tố này thuộc chu kì 4, nhóm IIIA.

Z = 32, 35, 36 làm tương tự.

• Z = 24 có cấu hình electron như sau:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^4$ phải viết lại

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$.

Nguyên tố này thuộc chu kì 4 nhóm VIB.

Z = 25 làm tương tự.

Z = 29

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^9$ phải viết lại

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$.

Nguyên tố này có cấu hình lớp ngoài cùng $3d^{10}\ 4s^1$, vậy thuộc chu kì 4, nhóm IB.

2. Các nguyên tố nào có cấu hình electron lớp ngoài cùng là $4s^1$. Tìm vị trí các nguyên tố trong bảng hệ thống tuần hoàn

Giải

Các nguyên tố này phải thuộc chu kì 4.

– Nếu thuộc nhóm A thì nguyên tố này có lớp e ngoài cùng $4s^1$

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ Z = 19

chu kì 4 nhóm IA

– Nếu thuộc nhóm B. $(n-1)d^a\ ns^b$, $3d^a\ 4s^2$ trường hợp này xảy ra khi a = 5 hoặc 10. Cấu hình đầy đủ là:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$ Z = 24

chu kì 4, nhóm VIB

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$ Z = 29

chu kì 4, nhóm IB.

3. Hãy viết cấu hình electron lớp ngoài cùng của các nguyên tử thuộc các nguyên tố sau

Sn chu kì 5 nhóm IVA

Ta chu kì 6 nhóm VB

Pb chu kì 6 nhóm IVA

Cs chu kì 6 nhóm IA

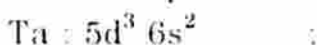
Ag chu kì 5 nhóm IB

Mo chu kì 5 nhóm VIB

Giải

Cấu hình electron lớp ngoài cùng của:

Sn : $5s^2\ 5p^2$; Ag : $4d^{10}\ 5s^1$


Ta : $5d^3\ 6s^2$;

Pb : $6s^2\ 6p^2$; Mo : $4d^5\ 5s^1$

Cs : $6s^1$

4. Hai nguyên tố A và B cùng nhóm A và thuộc hai chu kì liên tiếp. Tổng số proton của 2 nguyên tử thuộc 2 nguyên tố đó là 32. Tìm vị trí của 2 nguyên tố đó trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Giải

Hai nguyên tố ở 2 chu kì liên tiếp, lại cùng nhóm A thì số proton hơn kém nhau là 8 hoặc 18.

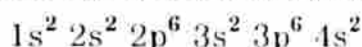
1. Nếu số proton hơn nhau là 8

$$\begin{cases} Z_B - Z_A = 8 \\ Z_B + Z_A = 32 \end{cases}$$

$$2Z_B = 40 \Rightarrow Z_B = 20$$

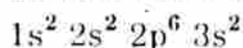
$$Z_A = 12$$

Cấu hình electron của B


$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

B thuộc chu kì 4, nhóm IIA

- Cấu hình electron của A


$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

A thuộc chu kì 3, nhóm IIA

Vậy nghiệm $Z_B = 20$ Canxi

$Z_A = 12$ Mg thỏa mãn đầu bài

Cặp 2:

$$\begin{array}{l} Z_B - Z_A = 18 \\ \underline{Z_B + Z_A = 32} \\ 2Z_B \quad = 50 \\ Z_B \quad = 25 \Rightarrow Z_A = 7 \end{array}$$

Cấu hình electron của A. $Z_A = 7$

$1s^2 2s^2 2p^3 \rightarrow$ A thuộc chu kì 2, nhóm VA.

Cấu hình electron của B. $Z_B = 25$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 \rightarrow$ B thuộc chu kì 4, nhóm VIIA.

Cặp nghiệm này loại vì trái với giả thiết của đầu bài.

5. Cho 2 nguyên tố A và B cùng nằm trong một nhóm A của 2 chu kì liên tiếp. Tổng số điện tích hạt nhân của A và B bằng 24.

Hai nguyên tố C và D đứng kế tiếp nhau trong một chu kì; tổng số khối của chúng là 51, số nơtron của D lớn hơn của C là 2, số electron của C bằng số nơtron của nó.

a) Xác định các nguyên tố trên và viết cấu hình electron của chúng.

b) Sắp xếp các nguyên tố trên theo chiều tăng tính khử.

c) Hãy viết công thức các hợp chất giữa chúng, nếu có.

d) Ứng với mỗi nguyên tố C hoặc D, hãy viết mỗi cặp oxi hóa – khử tương ứng.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Dân lập Ngoại ngữ – Tin học năm 1997).

Giải

a) Xác định các nguyên tố và cấu hình electron của chúng:

– Xác định A, B

• $p_B - p_A = 8$ và $p_B + p_A = 24$

Vậy $Z_A = 8 \rightarrow$ A là oxi

$Z_B = 16 \rightarrow$ B là lưu huỳnh

• $Z_B - Z_A = 18$; $Z_B + Z_A = 24$.

Vậy $Z_A = 3 \rightarrow$ A là liti, $Z_B = 21 \rightarrow$ B là Sc, nghiệm này không thỏa.

$$\begin{cases} Z_C + Z_D + N_C + N_D = 51 \\ Z_D - Z_C = 1 \\ N_D - N_C = 2 \\ E_C = N_C = Z_C \end{cases}$$

– Xác định C, D

$Z_C = 12$ và $N_C = 12 \rightarrow$ C là magie

$Z_D = 13$ và $N_D = 14 \rightarrow$ D là nhôm.

– Cấu hình electron:

O: $1s^2 2s^2 2p^4$

S: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

Al: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

b) Xếp các nguyên tố trên theo chiều tăng tính khử

O, S, Al, Mg

c) Công thức các hợp chất của chúng:

SO_2, SO_3, Al_2O_3, MgO, Al_2S_3, MgS.

6. Ba nguyên tố A, B, C cùng chu kì và là những nguyên tố phổ biến trong vỏ trái đất. Hóa trị cao nhất với oxi của B bằng hóa trị của nó với hidro. C là nguyên tố phi kim, khi kết hợp B với C tạo BC_4. C tác dụng mãnh liệt với A tạo thành AC. Cho biết tên các nguyên tố này.

Giải

Đi từ đầu chu kì đến cuối chu kì, hóa trị cao nhất của các nguyên tố với oxi tăng từ 1 → 7; hóa trị cao nhất với hidro giảm từ 1 → 4. Ta có thể biểu diễn như sau:

1	2	3	4	5	6	7
			4	3	2	1

Vậy nguyên tố có hóa trị cao nhất với oxi bằng hoá trị của nó với hidro phải thuộc nhóm IVA.

Khi B kết hợp với C tạo ra hợp chất có công thức BC_4 suy ra C hóa trị 1 và thuộc nhóm VIIA (vì C là nguyên tố không kim loại) nhóm halogen. Khi A kết hợp với C tạo hợp chất AC và phản ứng mãnh liệt. Vậy A hóa trị 1 và thuộc nhóm IA, nhóm kim loại kiềm. Các nguyên tố này lại phổ biến trong vỏ trái đất, vậy các nguyên tố này là: Na, Si, Cl.

Các nguyên tố này thỏa mãn 3 dữ kiện của đầu bài:

– Cùng chu kì.

– Phổ biến trong vỏ trái đất.

– Hai nguyên tố hóa trị bằng nhau và bằng 1, một nguyên tố hóa trị 4.

7. Trong hệ thống tuần hoàn các nguyên tố, nguyên tố A có số thứ tự Z = 8, nguyên tố B có số thứ tự Z = 15.

a) Viết cấu hình electron của A và của B với đầy đủ các ô lượng tử.

b) Xác định vị trí (chu kì, nhóm) của A và của B trong bảng hệ thống tuần hoàn. Cho biết tên A và B.

c) Viết công thức electron của hợp chất có thể có giữa A và B.

Trong mỗi phân tử, lớp electron ngoài cùng của B có bao nhiêu electron?

(Đề thi tuyển sinh vào trường Cao đẳng Sư phạm năm 1998).

Giải

a) Z = 8 $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

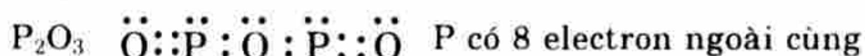
↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑
$1s^2$	$2s^2$	$2p^4$

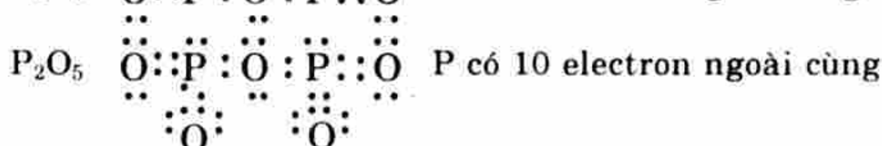
chu kì 2, nhóm VIA. A là oxi.

Z = 15	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^3$	$3d^0$
	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑	□□□□□

chu kì 3, nhóm VA. B là photpho.

Hợp chất A và B.

P_2O_3  P có 8 electron ngoài cùng

P_2O_5  P có 10 electron ngoài cùng

BÀI TẬP TỰ GIẢI

8. Hợp chất A có công thức MX_x trong đó M chiếm 46,67% về khối lượng; M là kim loại, X là phi kim ở chu kì 3. Trong hạt nhân của M có N – Z = 4; của X có N' = Z' trong đó N, N', Z, Z' là số nơtron và proton. Tổng số proton trong MX_x là 58. Hãy xác định tên, số khối của M và vị trí của nguyên tố X trong bảng hệ thống tuần hoàn.

9. Anion X^- và cation Y^{2+} đều có cấu hình electron lớp ngoài cùng là $3s^2\ 3p^6$. Viết cấu hình electron của nguyên tử X và Y. Xác định vị trí (ô, nhóm, chu kì) của X trong bảng hệ thống tuần hoàn.

(Đề thi tuyển sinh vào trương Đại học Dân lập Lạc Hồng năm 1998).

10. Viết cấu hình electron của các nguyên tử Be (Z = 4) và F (Z = 9). Cation X^{2+} nào có cấu hình electron $1s^2$? Các nguyên tố nào có cấu hình electron lớp ngoài cùng $s^2\ p^6$?

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Dân lập Lạc Hồng năm 1998).

11. Một số nguyên tố có cấu hình electron như sau:

A) $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ B) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$

C) $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ D) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

Hãy xác định vị trí của chúng (chu kì, nhóm) trong bảng hệ thống tuần hoàn.

12. Cation X^+ có cấu hình electron ở phân lớp ngoài cùng là $2p^6$.

a) Viết cấu hình electron và sự phân bố electron theo obitan của nguyên tố X.

b) Nguyên tố X thuộc chu kì nào ? nhóm nào ? là nguyên tố gì ?

13. Cho 3 nguyên tố A, B, C có cấu hình electron lớp ngoài cùng (n = 3) tương ứng là ns^1; $ns^2\ np^1$; $ns^2\ np^5$.

Hãy xác định vị trí (chu kì, nhóm, số thứ tự) của A, B, C trong bảng hệ thống tuần hoàn.

14. Cho biết số thứ tự nguyên tố của Ni là 28 và lớp ngoài cùng có 2 electron, hãy:

a) Viết cấu hình electron của Ni và ion Ni^{2+}

b) Xác định số thứ tự, chu kì và nhóm của Ni

15. Cation R^+ có cấu hình electron kết thúc ở phân lớp $3p^6$. Vậy R thuộc:

a) Chu kì 2, phân nhóm VIA; b) Chu kì 3, phân nhóm IA.

c) Chu kì 4, phân nhóm IA ; d) Chu kì 4, phân nhóm VIA.

e) Không xác định.

16. Cơ cấu bền của khí trơ là:

a) Cơ cấu bền duy nhất mà mọi nguyên tử trong phân tử bắt buộc phải đạt được.

b) Cơ cấu có 2 hay 8 electron lớp ngoài cùng.

c) Một trong số các cơ cấu bền thường gặp.

d) Cơ cấu có một lớp duy nhất 2e hoac từ 2 lớp trở lên với 8e ngoài cùng.

e) Câu c, d đúng.

17. Một hợp chất ion cấu tạo từ ion M^{2+} và ion X^-. Trong phân tử MX_2 có tổng số hạt (p, n, e) là 186 hạt, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 54 hạt. Số khối của ion M^{2+} lớn hơn số khối của ion X^- là 21. Tổng số hạt trong ion M^{2+} nhiều hơn trong ion X^- là 27 hạt. Viết cấu hình electron của các ion M^{2+}; X^-. Xác định số thứ tự, số chu kì, số nhóm của M và X trong bảng hệ thống tuần hoàn.

(Đề thi học sinh giỏi Hóa học năm 1994 – 1995).

18. Cho biết trong các nguyên tử của các nguyên tố A, B, D, các electron có mức năng lượng cao nhất được xếp vào các phân lớp để có cấu hình là: $2p^3$ (A); $4s^1$ (B) và $3d^1$ (D).

a) Viết lại cấu hình electron đầy đủ của các nguyên tố trên.

b) Suy ra vị trí của các nguyên tố trên trong hệ thống tuần hoàn.

(Đề thi học kì I trường PTTH chuyên Lê Hồng Phong năm 1995 – 1996).

19. a) Thế nào là nguyên tố phóng xạ ? Cho ví dụ.

b) Hoàn thành các phương trình phản ứng hạt nhân sau:

$${}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{0}n + A$$

$${}^{17}_{37}Cl + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + X$$

Từ các phương trình trên, hãy cho biết vị trí (chu kì, nhóm) của A và X trong bảng hệ thống tuần hoàn.

20. X là kim loại hóa trị II và Y là kim loại hóa trị III. Tổng số proton, nơtron và electron trong 1 nguyên tử X là 36 và trong 1 nguyên tử Y là 40.

a) Hãy xác định tên của các kim loại X và Y.

b) Một hợp kim chứa 4 kim loại X, Y, Cu và Ag. Hãy trình bày phương pháp để tách riêng từng kim loại.

21. Cho biết hàm lượng % của các lưu huỳnh trong muối sunfat kim loại R hóa trị III là 24%.

a) R là kim loại gì ?

b) Viết cấu hình electron (dạng obitan) của R^{3+}.

22. Nguyên tố có tổng số proton, nơtron và electron bằng 60 thuộc chu kì mấy:

1 2 3 4 5 6 7 ?

23. Có một hợp chất MX_3, tổng số các hạt là 196, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 60. Nguyên tử khối của X lớn hơn của M là 8. Tổng số các hạt trong ion X^- nhiều hơn trong ion M^{3+} là 16.

Xác định vị trí của M và X trong bảng hệ thống tuần hoàn.

24. Cho một nguyên tố có số thứ tự 20 trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Xác định vị trí của nguyên tố này trong bảng hệ thống tuần hoàn. Nguyên tố này là kim loại hay phi kim ? Cho thí dụ minh họa.

25. Cho hai nguyên tố X và Y ở hai chu kì kế tiếp nhau trong bảng hệ thống tuần hoàn, tổng điện tích hạt nhân của hai nguyên tố là 32.

Xác định X và Y. Biết rằng nguyên tử khối của mỗi nguyên tố đều gấp hai trị số điện tích hạt nhân nguyên tử của mỗi nguyên tố đó.

26. Phân tử khối của ba muối XCO_3, YCO_3, $Y'CO_3$ lập thành một cấp số cộng với công sai bằng 16.

Tổng số hạt proton, nơtron của ba hạt nhân nguyên tử 3 nguyên tố trên là 120

Xác định tên ba kim loại đó.

27. Một nguyên tử X có tổng số hạt các loại bằng 115. Số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện tích là 25 hạt.

Hãy xác định vị trí của X trong bảng hệ thống tuần hoàn.

28. Hai nguyên tố A, B đứng kế tiếp nhau trong chu kì thuộc bảng hệ thống tuần hoàn, có tổng điện tích dương hạt nhân là 25.

Cho biết A, B thuộc chu kì nào ? nhóm nào ? Gọi tên A, B

Chủ đề 2.

Xác định tính chất hóa học của đơn chất và hợp chất của các nguyên tố

Phương pháp:

<u>a. Xác định tính chất hóa học của đơn chất:</u>

– Các nguyên tố thuộc phân nhóm chính:

Nhóm 1, 2, 3 là kim loại, nhóm 5, 6, 7 là phi kim, với phân nhóm chính nhóm 4 những nguyên tố ở phía trên là phi kim, những nguyên tố phía dưới chuyển dần thành kim loại.

– Các nguyên tố thuộc phân nhóm phụ hầu hết là kim loại.

Phân nhóm chính

Chu kì	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1 H							2 He
2	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 J	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra						

Kim loại — Lưỡng tính — Phi kim

Tính kim loại tăng dần (từ trên xuống; từ phải sang trái)

Tính phi kim tăng dần (từ dưới lên; từ trái sang phải)

b. Xác định tính chất hóa học của các hợp chất.

- Viết công thức các hợp chất của nguyên tố

Phân nhóm chính	I	II	III	IV	V	VI	VII
Hợp chất với oxi	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7
Hóa trị cao nhất với oxi	I	II	III	IV	V	VI	VII
Hợp chất với hiđro	RH Rắn	RH_2 Rắn	RH_3 Rắn	RH_4 Khí	RH_3 Khí	RH_2 (H_2R) Khí	RH (HR) Khí
Hóa trị cao nhất với hiđro	I	II	III	IV	III	II	I
Hợp chất hiđroxit	ROH	$R(OH)_2$	$R(OH)_3$	H_2RO_3	HRO_3 H_3RO_4	H_2RO_4	HR HRO HRO_3 HRO_4

Phân nhóm chính

Chu kì	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1 H							2 He
2	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 J	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra						

oxit bazơ — oxit lưỡng tính — oxit axit

$\xleftarrow{\text{Tính bazơ của oxit}}$

$\Big\downarrow$ Tính bazơ của oxit

$\xrightarrow{\text{Tính axit của oxit}}$

$\Big\uparrow$ Tính axit của oxit

- Viết công thức các hiđroxit.

Cách viết công thức các hiđroxit khi biết công thức oxit.

+ Nguyên tố không phải oxi trong oxit có hóa trị bao nhiêu thì phải có bấy nhiêu nhóm OH trong phân tử (trừ NO_2, CO và NO).

+ Trong phân tử hiđroxit số nguyên tử H không được quá 3, số nguyên tử O không được quá 4 nếu quá phải trừ đi nguyên lần phân tử H_2O khỏi hiđroxit đó.

Ví dụ: Viết hiđroxit tương ứng với oxit Mn_2O_7.

Mn có hóa trị 7 vậy có 7 nhóm OH là $Mn(OH)_7$, số nguyên tử H và O đều quá ngưỡng phải loại 3 phân tử H_2O, vậy trong hiđroxit còn lại 1 nguyên tử H và 4 nguyên tử O. Công thức hiđroxit là $HMnO_4$

+ Nếu số nguyên tử O và H bằng nhau ta viết theo kiểu phân tử chung

và hiđroxit đó là bazơ: $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$... Nếu số nguyên tử O và H không bằng nhau thì H viết đầu tiên và O sau cùng và đó là các axit.

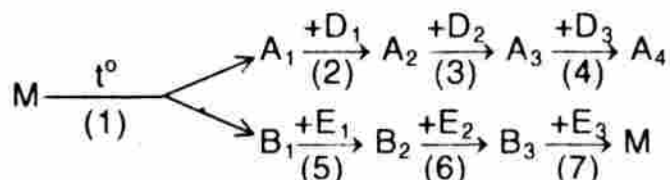
Dưới đây là dãy điện hóa của kim loại

Li^+ K^+ Ba^{2+} Ca^{2+} Na^+ Mg^{2+} Al^{3+} Mn^{2+} Zn^{2+} Cr^{3+} Fe^{2+} Ni^{2+} Sn^{2+} Pb^{2+} Fe^{3+} $2H^+$ Cu^{2+} Fe^{3+} Hg^+ Ag^+ Hg^{2+} Pt^{2+} Au^{3+}

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Ni Sn Pb Fe H_2 Cu Fe^{2+} Hg Ag Hg Pt Au

BÀI TẬP

29. Hoàn thành phương trình phản ứng theo sơ đồ sau:



Cho biết:

A_1 là oxit kim loại A có điện tích hạt nhân là $3,2.10^{-18}$ culông; B_1 là oxit phi kim, B có cấu hình electron ở lớp vỏ ngoài cùng là $2s^2 2p^2$.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Ngoại thương năm 1998 – 1999)

Giải

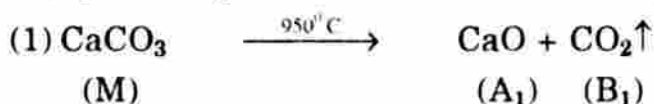
Số điện tích hạt nhân của $A = \dfrac{3,2.10^{-18}}{1,6.10^{-19}} = 20$ (Ca)

Vậy A_1 là CaO.

– B ở chu kì 2, nhóm IVA (B là cacbon)

Vậy B_1 là CO_2.

Các phản ứng:

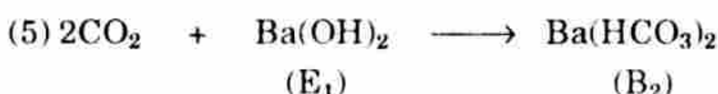


(1) $CaCO_3 \xrightarrow{950^\circ C} CaO + CO_2\uparrow$
(M) → (A_1) (B_1)

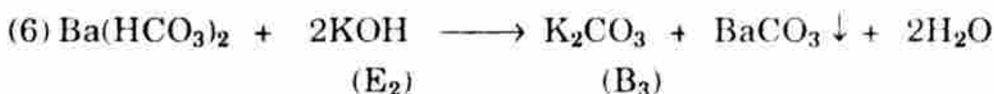
(2) $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$
(D_1) → (A_2)

(3) $Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$
(D_2) → (A_3)

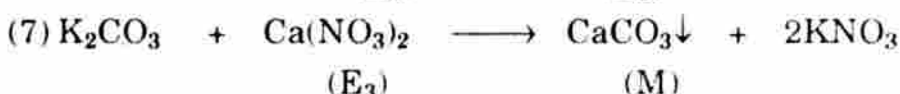
(4) $CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2NaCl$
(D_3) → (M)



(5) $2CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(HCO_3)_2$
(E_1) → (B_2)



(6) $Ba(HCO_3)_2 + 2KOH \longrightarrow K_2CO_3 + BaCO_3\downarrow + 2H_2O$
(E_2) → (B_3)



(7) $K_2CO_3 + Ca(NO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2KNO_3$
(E_3) → (M)

30.

a/ Trong nguyên tử, những electron nào là electron hóa trị ?

b/ Tại sao Ca chỉ có một trạng thái hóa trị là hóa trị 2, còn Fe lại có nhiều trạng thái hóa trị ?

c/ Hãy so sánh tính khử của Ca với Fe; tính bazơ của $Fe(OH)_2$ và $Fe(OH)_3$. Nêu ví dụ để minh họa.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Ngoại thương năm 1998 – 1999).

Giải

Electron hóa trị là electron gây nên tính chất hóa học của nguyên tử nguyên tố hóa học.

a/ Với nhóm A : là các electron ở lớp ngoài cùng.

Với nhóm B : là các electron ở lớp ngoài cùng và một phần ở lớp thứ 2 sát lớp ngoài cùng.

b/ Ca (2/8/8/2): có 2 e hóa trị nên chỉ có một trạng thái hóa trị là hóa trị II.

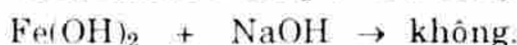
Fe (2/8/14/2): lớp thứ 2 sát lớp ngoài cùng chưa đủ 18 electron nên Fe có hóa trị II hoặc III.

c/ Tính khử Ca > Fe. *Ví dụ:*

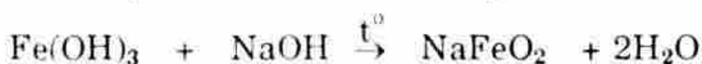
$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$ (dễ)

$Fe + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + H_2$ (khó)

Tính bazơ: $Fe(OH)_2 > Fe(OH)_3$. Ví dụ:



$Fe(OH)_2 + NaOH \rightarrow$ không.



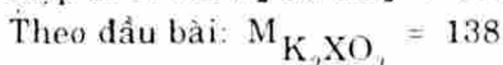
$Fe(OH)_3 + NaOH \xrightarrow{t^o} NaFeO_2 + 2H_2O$

(lưỡng tính) đặc

31. Một nguyên tố có hóa trị cao nhất với oxi là 4, khi cho oxit đó tác dụng với KOH sẽ tạo ra một muối có khối lượng phân tử 138 đvC. Tìm nguyên tố đó.

Giải

Hợp chất với O_2 là: $XO_2 + KOH \rightarrow K_2XO_3 + H_2O$



Theo đầu bài: $M_{K_2XO_3} = 138$

$X = 138 - (2 \times 39 + 48) = 12$

X là Cácbon.

32. Nguyên tố X có số thứ tự 8, nguyên tố Y có số thứ tự 17 và nguyên tố Z có số thứ tự 19.

a) Viết cấu hình electron của chúng (theo các lớp và các phân lớp).

b) Chúng thuộc chu kì nào, nhóm nào trong bảng hệ thống tuần hoàn.

c) Tính chất hóa học đặc trưng chung của các nguyên tố này.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Học viện Quan hệ Quốc tế năm 1997–1998)

Giải

• X 2/6 (oxi):

- Cấu hình electron: $1s^2 2s^2 2p^4$.
- Vị trí: chu kì 2; nhóm VIA.
- Tính chất hóa học đặc trưng: Tính oxi hóa mạnh.

• Y 2/8/7 (Cl)

– Cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$.

– Vị trí. chu kì 3; nhóm VIIA.

– Tính chất đặc trưng: Tính oxi hóa mạnh.

• Z 2/8/8/1 (K)

– Cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$.

– Vị trí: chu kì 4; nhóm 1A.

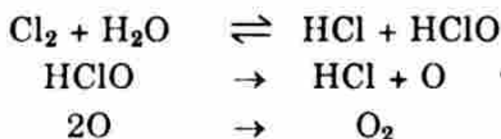
– Tính chất đặc trưng: Tính khử mạnh.

33. Hai nguyên tố X và Y thuộc hai chu kì nhỏ, X giữ vai trò rất quan trọng trong giới động vật và thực vật, Y có đặc tính là tác dụng với nước thì giải phóng oxi nguyên tử. Hai nguyên tố này tạo thành một hợp chất có thành phần X = 7,8%; Y = 92,2% và có phân tử khối là 154.

Tìm công thức của hợp chất đó.

Giải

X và Y phải thuộc hai trong ba chu kì 1, 2 và 3. Theo đầu bài X là cacbon ở chu kì 2, Y là một nguyên tố không kim loại ở chu kì 3, nó chính là clo vì



$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$$
$$HClO \rightarrow HCl + O$$
$$2O \rightarrow O_2$$

Công thức của hợp chất là C_xCl_y

$$\frac{12x}{35,5y} = \frac{7,8}{92,2} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{276,9}{1106,4} \approx \frac{1}{4}$$

Vậy công thức của hợp chất là CCl_4, công thức này thỏa mãn với dữ kiện của đề bài có phân tử khối là 154.

34. a) Phát biểu định luật tuần hoàn Mendeleev theo quan niệm hiện nay.

b) Không dùng bảng hệ thống tuần hoàn, hãy xếp các nguyên tố có số hiệu sau đây : $_{12}A$, $_{19}B$, $_{20}C$, $_{13}D$.

– Theo thứ tự tính kim loại tăng dần.

– Viết công thức hidroxit của các nguyên tố trên và xếp theo thứ tự tính bazơ giảm dần.

(Đề thi học kì 1. Trường PTTH chuyên Lê Hồng Phong năm học 1995–1996)

Giải

a) Phát biểu định luật tuần hoàn: "Tính chất của các nguyên tố cũng như thành phần và tính chất của các đơn chất và hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến thiên tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử".

b) $_{12}A$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ chu kì 3, nhóm IIA

$_{19}B$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ ____. 4, ___ IA

$_{20}C$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$ ____. 4, ___ IIA

$_{13}D$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$ ____. 3, ___ IIIA

Chu kì	Nhóm		
	1	2	3
3		A	D
4	B	C	

– Xếp theo chiều tính kim loại tăng dần:

D A C B

– Công thức các hiđroxit:

BOH, $A(OH)_2$, $C(OH)_2$, $D(OH)_3$

– Xếp theo chiều tính bazơ giảm dần :

B(OH) $C(OH)_2$ $A(OH)_2$ $D(OH)_3$

35. Viết công thức các hiđroxit của các nguyên tố thuộc nhóm VA. Nhận xét về sự biến thiên tính chất của các hiđroxit.

Giải

Phân nhóm chính nhóm 5 gồm các nguyên tố :

N, P, As, Sb, Bi.

Các hiroxit

HNO_3	H_3PO_4	H_3AsO_4	$Sb(OH)_3$	$Bi(OH)_3$
Axit mạnh	Axit trung bình	Axit yếu	Lưỡng tính	Bazơ rất yếu

Các hiđroxit có tính axit giảm dần, tính bazơ tăng dần.

36. Oxit bậc cao của nguyên tố có dạng RO_2. Trong hợp chất hiđro của nguyên tố đó có 25% H. Xác định nguyên tố đó.

Giải

Công thức oxit bậc cao của nguyên tố có dạng RO_2 nghĩa là nguyên tố đó có hóa trị cao nhất với oxi là 4, thuộc nhóm IV của bảng hệ thống tuần

Ta có tỉ lệ : $\frac{4H}{\%H} = \frac{R}{\%R}$ hay $\frac{4}{25} = \frac{R}{75}$

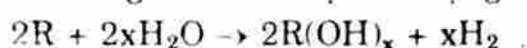
hoàn. Công thức hợp chất hiđro của nguyên tố đó là RH_4.

R = 12. Nguyên tố đó là C.

37. Cho 0,3 gam kim loại có hóa trị không đổi tác dụng hết với nước được 168 m*l* hiđro ở điều kiện tiêu chuẩn. Dựa vào bảng hệ thống tuần hoàn xác định nguyên tố đó.

Giải

Gọi hóa trị không đổi của kim loại là x (x có hóa trị nguyên, dương). Phương trình phản ứng của kim loại tác dụng với nước viết theo hóa trị x là:


$2R + 2xH_2O \rightarrow 2R(OH)_x + xH_2$

2R gam 22400 m*l*.x

Theo phương trình phản ứng

cứ 2R gam kim loại tác dụng với nước cho 22400 m*l*.x H_2

và 0,3 gam kim loại tác dụng với nước cho 168 m*l* H_2

Giải ra R = 20x

Kim loại có khả năng tác dụng với H_2O có ở nhóm 1 đến 3. Hóa trị cao nhất của kim loại là 3.

x = 1; R = 20. Không có kim loại nào có nguyên tử khối là 20.

x = 2; R = 40. Ta có canxi là kim loại mạnh, tác dụng với H_2O giải phóng H_2.

Kim loại duy nhất thỏa mãn điều kiện đầu bài là: canxi.

38. Phát biểu định luật tuần hoàn. Hãy sắp xếp 6 nguyên tố thuộc chu kì III: lưu huỳnh, magie, natri, nhôm, phốtpho và silic theo thứ tự tăng dần tính phi kim.

Viết công thức phân tử và gọi tên 6 loại muối trung tính (ứng với 6 gốc axit khác nhau). Có thành phần chỉ gồm các nguyên tố cho trên và oxi; trong số các axit ứng với các muối đó thì axit nào có tính khử, cho thí dụ (phản ứng) minh họa.

(Đề thi tuyển sinh vào ĐH các tỉnh phía Nam – 7/1984)

Giải

Phát biểu định luật tuần hoàn: *xem đề 34.*

Xếp theo tính á kim tăng dần: Na, Mg, Al, Si, P, S.

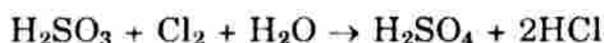
Các loại muối:

1. $NaAlO_2$: natri Aluminat
2. Na_2SiO_3 : Silicát
3. Na_2S : Natri sunfua
4. Na_2SO_3 : Natri sunfit
5. Na_2SO_4 : Natri sunfat
6. Na_3PO_4 : Natri photphat

Các axit có tính khử :

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

hoặc: $$2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$$



$$H_2SO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl$$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

39. Ba nguyên tố A, B và C: A thuộc nhóm II, B thuộc nhóm IV và C nhóm VI, B và C ở cùng một chu kì và hình thành với nhau hai hợp chất: một cháy được và một không cháy. Hợp chất hình thành từ 3 nguyên tố này có rất nhiều trong tự nhiên và được dùng nhiều trong xây dựng. Gọi tên 3 nguyên tố này.

40. Viết công thức các hiđroxit của các nguyên tố trong chu kì 3. Giải thích sự biến đổi tính chất của các hiđroxit đó. Sự biến đổi đó có tuân theo một qui luật nào không ?

41. P nằm giữa N, As, Si và S trong hệ thống tuần hoàn các nguyên tố. Dựa vào vị trí của chúng, nêu lên những tương quan về tính chất hóa học giữa P với những nguyên tố trên.

42. Những nguyên tố nào đặc trưng hóa hợp với hiđro tạo thành những hợp chất khí? Những nguyên tố đó nằm ở nhóm nào? Những hiđrua nào có tính axit ?

43. Một nguyên tố khi tác dụng với oxi tạo ra một oxit tạo muối có công thức R_2O_5, khi tác dụng với hiđro tạo ra một hợp chất khí chứa 3,85% hiđro. Cho biết tên nguyên tố đó.

44. Hợp chất khí với hiđro của một nguyên tố ứng với công thức RH_4; oxit cao nhất của nó chứa 53,3% oxi. Gọi tên nguyên tố đó.

45. Giải thích tại sao trong một chu kì tính kim loại giảm từ trái sang phải, trong một nhóm A tính kim loại giảm từ dưới lên trên ?

46. Xếp các nguyên tố sau theo chiều tính kim loại yếu dần:

* Mg; K; Ca; Al; Rb
* Cs; Rb; Sr; Ca; B

47. Xếp các nguyên tố sau theo chiều tính phi kim mạnh dần:

* Sb; Te; Br; Cl
* As; Se; S; Cl; F

48. Viết công thức hợp chất :

– Oxit cao nhất

– Hợp chất với hiđro

– Hiđroxit ứng với oxit cao nhất của các nguyên tố thuộc chu kì 3. Cho biết trong các hiđroxit chất nào là axit, chất nào là bazơ.

49. Có các nguyên tố A, B, C, D, E có điện tích hạt nhân tương ứng là +16, +8, +1, +17, +11.

a) Không tra bảng "Hệ thống tuần hoàn các nguyên tố", viết cấu tạo vỏ điện tử để xác định : số thứ tự nhóm, chu kì và tên của các nguyên tố.

b) Viết công thức phân tử và công thức cấu tạo một số hợp chất thường có tạo thành từ các nguyên tố trên (axit, bazơ, oxit axit, oxit bazơ, muối axit, muối trung hòa).

50. Nguyên tố X có số thứ tự 19, nguyên tố Y có số thứ tự 8, nguyên tố Z có số thứ tự 16.

a) Viết cấu hình electron của các nguyên tố trên.

b) Xác định vị trí của các nguyên tố trong bảng hệ thống tuần hoàn.

c) Giữa các nguyên tố này có thể tạo thành những hợp chất hóa học nào ?

51. Cho biết A, B, C là 3 nguyên tố thuộc 3 chu kì liên tiếp và thuộc cùng một phân nhóm, trong đó $Z_A > Z_B > Z_C$ và $Z_A + Z_B = 50$. (Z là số hiệu nguyên tử).

a) Xác định số hiệu nguyên tử của A, B, C.

b) Viết công thức phân tử và công thức electron của các hợp chất của B với clo và với hiđro.

52. Nguyên tố R, hợp chất khí với hiđro có công thức RH_3, công thức của oxit cao nhất là:

a) R_2O ; b) R_2O_3 ; c) R_2O_2 ; d) R_2O_5

53. Nguyên tố A có công thức của oxit cao nhất là RO_2, trong đó % khối lượng của A và O bằng nhau. Nguyên tố A là:

a) C ; b) N

c) S ; d) Tất cả đều sai.

54. Nguyên tố R có công thức oxit cao nhất là RO_2, hợp chất khí với hiđro của R chứa 75% khối lượng R; R là:

a) C ; b) S ; c) Cl ; d) Si

55. Nguyên tố M, thuộc phân nhóm IIA, 6 gam M tác dụng hết với nước thu được 6,16 lít khí hiđro đo ở 27,3°C; 1 atm; M là:

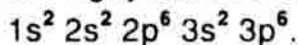
a) Be ; b) Mg ; c) Ca ; d) Ba.

56. Cation R^+ có cấu hình electron kết thúc ở phân lớp $3p^6$, vậy R thuộc:

a) Chu kì 2, phân nhóm VIA ; b) Chu kì 3, phân nhóm IA

c) Chu kì 4, phân nhóm IA ; d) Chu kì 4, phân nhóm VIA.

57. Nguyên tử của nguyên tố R có cấu hình electron như sau :


$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$.

a) Cho biết vị trí của R trong bảng hệ thống tuần hoàn.

b) Những anion nào có cấu hình electron trên?

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Quốc gia Hà Nội năm 1997 – 1998)

58. a) Viết cấu hình electron của Crom (Cr) với Z = 24. Cho biết Cr thuộc chu kì nào? nhóm nào và tính chất hóa học chủ yếu của nó. Giải thích tại sao Cr có số oxi hóa từ +1 đến +6.

b) Kim loại Cr có cấu trúc tinh thể với phần rỗng trong tinh thể chiếm 32%. Khối lượng riêng của kim loại Cr là 7,19 g/cm^3. Hãy tính bán kính nguyên tử tương đối của nguyên tử Cr. Cho Cr = 52.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Kinh tế Quốc dân năm 1997–1998)

59. a) Hãy viết cấu hình electron của các nguyên tố có 2 electron độc thân ở lớp ngoài cùng với điều kiện : nguyên tử có Z < 20.

b) Có bao nhiêu nguyên tố ứng với từng cấu hình electron nói trên, cho biết tên của chúng.

c) Viết công thức phân tử của các hợp chất có thể có được chỉ từ các nguyên tố nói trên. Viết công thức các hợp chất và giải thích liên kết hóa học.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Kinh tế Quốc dân năm 1997–1998)

60. Một hợp chất ion cấu tạo từ ion M^+ và ion X^{2-}. Trong phân tử M_2X có tổng số hạt (proton, nơtron, electron) là 140 hạt, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 44 hạt. Số khối của ion M^+ lớn hơn số khối của ion X^{2-} là 23. Tổng số hạt trong ion M^+ nhiều hơn ion X^{2-} là 31 hạt.

a) Viết cấu hình electron của các ion M^+ và X^{2-}.

b) Xác định vị trí của M và X trong bảng hệ thống tuần hoàn, những hợp chất hóa học có thể có giữa M và X, nêu tính chất hóa học của các hợp chất đó.

61. Lấy các nguyên tố thuộc chu kì 3 và các nguyên tố thuộc nhóm IIA trong bảng hệ thống tuần hoàn để minh họa quy luật: Trong một chu kì, đi từ trái sang

phải, tính bazơ của hiđroxit yếu dần, đồng thời tính axit mạnh dần. Trong một phân nhóm chính, đi từ trên xuống tính bazơ của các hiđroxit mạnh dần.

62. Hai nguyên tố A và B ở hai phân nhóm chính liên tiếp nhau trong bảng hệ thống tuần hoàn. Tổng số hiệu nguyên tử của A và B là 31. Xác định số hiệu nguyên tử, viết cấu hình electron của các nguyên tử A và B. Nêu tính chất hóa học đặc trưng của mỗi nguyên tố và viết cấu hình electron của các ion tạo thành từ tính chất hóa học đặc trưng đó.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Xây dựng Hà Nội năm 1998)

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ CHƯƠNG 2

8. Trong nguyên tử M có: $N - Z = 4 \rightarrow N = 4 + Z$

Trong nguyên tử X có : $N' = Z'$

Vì nguyên tử khối thực tế = khối lượng hạt nhân = khối lượng Z + khối lượng N. Vậy nguyên tử khối $M = Z + N = 2Z + 4$ và khối lượng của nhóm $xX = 2Z'.x$

Ta lại có $\dfrac{2Z + 4}{2Z'.x} = \dfrac{46,67}{55,33} = \dfrac{7}{8}$ nên ta có :

$$7Z'.x - 8Z = 16$$

$$\begin{cases} 7Z'x - 8Z = 16 \\ Z'.x + Z = 58 \end{cases}$$

Giải ra ta được $Z'.x = 32$

$Z = 26$

Trong hạt nhân của M có : $Z = 26$; $N = 26 + 4$

Vậy M ở ô 26 (Fe) có số khối A = 56.

Vì x có giá trị từ $1 \div 4$ nên từ $Z'.x = 32$ ta có

x	1	2	3	4
Z'	32	16	10,6	8

Chu kì 1: Từ ô 1 → ô 2

_ 2: Từ ô 3 → ô 10

_ 3: Từ ô 11→ ô 18

_ 4: Từ ô 19→ ô 36

Vậy nguyên tố có Z' = 16 ở chu kì 3. Nguyên tố X là S.

Cấu hình electron của X : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$.

S ở nhom VIA.

9. Cấu hình electron của Y, X

X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; Vị trí X: Z = 20, chu kì 3 nhóm VII

Y: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

10. Cấu hình electron của Be, F

Be: $1s^2 2s^2$; F: $1s^2 2s^2 2p^5$

X^{2+} : Be^{2+} vì các nguyên tố có cấu hình $s^2 p^6$: khí hiếm.

12. a) Vì Cation X^+ là do nguyên tử X mất đi 1 e nên cấu hình electron của X. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ và electron phân bổ như sau :

b) Nguyên tố X thuộc chu kì 3 nhóm IA, đó là Na.

13. A: có cấu hình electron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$; ở chu kì 3; nhóm IA; ô 11.

B: có cấu hình electron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$; ở chu kì 3 nhóm IIIA; ô 13

C: Có cấu hình electron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; ở chu kì 3 nhóm VIIA; ô 17

14. Cấu hình electron:

Ni : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

Ni^{+2}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$.

Ni ở chu kì 4 ở nhóm VIIIB.

15. c) đúng.

16. e) đúng.

17. MX_2 trong đó $M^{2+}X^-$

Gọi các hạt trong M là p_m, n_m, e_m...

------------- X là p_x, n_x, e_x.

Ta có 4 phương trình sau: $p_m = e_m$, $p_x = e_x$.

$$\begin{cases} (n_m + p_m + p_n - 2) + 2(n_x + p_x + p_x + 1) = 186 \quad (1) \\ [(p_m + p_m - 2) + 2(p_x + p_x + 1)] - (n_m + 2m_x) = 54 \quad (2) \\ (n_m + p_m) - (n_x + p_x) = 21 \quad (3) \\ (n_m + p_m + p_m - 2) - (n_x + p_x + p_x + 1) = 27 \quad (4) \end{cases}$$

Nhóm (1) và (2)

$$(2p_m + 4p_x) + (n_m + 2n_x) = 186 \quad (1)$$
$$(2p_m + 4p_x) - (n_m + 2n_x) = 54 \quad (2)$$

$$2(2p_m + 4p_x) = 240$$

$$\begin{cases} p_m + 2p_x = \dfrac{240}{4} = 60 \\ n_m + 2n_x = 186 - 120 = 66 \end{cases}$$

$(n_m + p_m) + 2(n_x + p_x) = 126$ (5) nhóm với phương trình (3)

$$(n_m + p_m) - (n_x + p_x) = 21 \quad (3)$$

$$3(n_x + p_x) = 105$$

Thay các giá trị của phương trình (6), (7) vào (1) và (4).

$$\begin{cases} n_x + p_x = \dfrac{105}{3} = 35 \quad (6) \\ n_m + p_m = 21 + 35 = 56 \quad (7) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 56 + p_m - 2 + 2(35 + p_x + 1) = 186 \\ 56 + p_m - 2 - (35 + p_x + 1) = 27 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_m + 2p_x = 186 - 56 + 2 - 70 - 2 = 60 \\ p_m - p_x = 27 - 56 + 2 + 35 + 1 = 9 \end{cases}$$

$3p_x = 51$

$p_x = 17$ $\Rightarrow$ X là Cl

$p_m = 17 + 9 = 26$ M là Fe

X : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ $\Rightarrow$ X : chu kì 3, nhóm VIIA.

M : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$ M chu kì 4, nhóm VIIIB.

18. Cấu hình electron đầy đủ của :

$2p^3$ (A) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ $\Rightarrow$ A : chu kì 2, nhóm VA.

$4s^1$ (B) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ B: thuộc chu kì 4, nhóm IA.

$3d^4$ (D) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^1$ D: thuộc chu kì 4, nhóm IIIB.

19. a) Một nguyên tố được gọi là phóng xạ khi hạt nhân của một số nguyên tử của nguyên tố đó tự phân rã thành hạt nhân của nguyên tử một nguyên tố khác.

Ví dụ : $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{12}_{6}A$

$^{37}_{17}Cl + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{34}_{16}X$

b) Các phản ứng hạt nhân:

Cấu hình electron của A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$; A là cacbon, số thứ tự 6; chu kì 2 nhóm IVA.

Cấu hình electron của X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$; X là lưu huỳnh, số thứ tự 16; chu kì 3 nhóm VIA.

20. a) $2Z + N = 36$ vậy $Z < \frac{36}{2} = 18 \Rightarrow$ X thuộc chu kì 2 và 3.

Vì X thuộc chu kì 2 và 3 nên $\frac{N}{Z} = 1,2 \Rightarrow N = 1,2\,Z$.

$$2Z + 1,2Z = 36 \Rightarrow Z = 11,25$$

Z phải là số nguyên dương nên Z phải chọn các nghiệm 11 hoặc 12.

Nếu Z = 11: X có cấu hình electron :

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1 \Rightarrow$ X thuộc chu kì 3, nhóm IA $\rightarrow$ hóa trị I, loại nghiệm này.

Nếu Z = 12 thì X có cấu hình electron :

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 \Rightarrow$ X thuộc chu kì 3, nhóm IIA $\rightarrow$ hóa trị II, nghiệm này phù hợp với đề bài $\Rightarrow$ Mg.

b) $2Z + N = 40$ $\quad\quad$ $Z \le 20$. Y thuộc chu kì 2, 3, 4.

Nếu Z của Y = 20 thì Y là canxi, loại trường hợp này vì hóa trị. Vậy Y chỉ có thể thuộc chu kì 2 và 3

$2Z + 1,2Z = 40$ $\quad\quad$ $Z = 12,5$

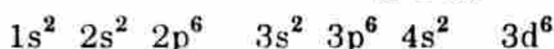
Z phải nguyên, dương nên phải chọn các nghiệm 12 hoặc 13.

Z = 12 là Mg (loại vì hóa trị II)

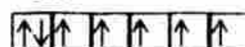
Z = 13 là Al. Nghiệm này phù hợp với đề bài.

21. $R_2(SO_4)_3$

$$\frac{3.32}{2R + (96 \times 3)} = \frac{24}{100} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} 9600 = 48R + 6912 \\ R = 56 \Rightarrow \text{Sắt} \\ Z = 26 \end{array}$$



$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$



22. Vì số proton (Z) = số electron

$2Z + N = 60$

Z < 30 Nguyên tố này phải thuộc các chu kì 2 hoặc 3 và nếu ở chu kì 3 thì $\frac{N}{2} \ge 1,22$

$2Z + 1,2Z \ge 60$ $\quad\quad$ $Z > 18,75$

Vậy nguyên tố này phải thuộc chu kì 4 và nếu thuộc chu kì 3, có Z = 18 là Ar.

Tổng số các hạt trong Ar là 18 + 40 = 58 (loại)

Z = 19 $\quad$: Tổng số các hạt : 39 + 19 = 58 (loại)

Z = 20 $\quad$: Tổng số các hạt : 20 + 40 = 60

Vậy Z = 20 là canxi, chu kì 4.

23. Trong M có Z proton; E electron; N nơtron.

Trong X có Z' proton; E' electron; N' nơtron. Hợp chất là MX_3

Vì Z = E nên :
$$\left.\begin{array}{ll} (2Z + N) + (6Z' + 3N) & = 196 \\ (2Z + 6Z') - (N + 3N') & = 60 \\ (Z' + N') - (Z + N) & = 8 \\ (2Z' + N' - 1) - (2Z + N - 3) & = 16 \end{array}\right\}$$

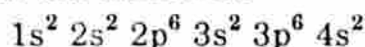
Giải hệ 4 phương trình trên ta có : Z = 13; N = 14 (Al)

Z' = 17; N' = 18 (Cl)

M: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$: chu kì 3, nhóm IIIA.

X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$: chu kì 3, nhóm VIIA.

24. a) Theo đầu bài cho Z = 20, nguyên tử trung hòa về điện nên nguyên tử có 20 electron. Do đó cấu hình e là:



$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

Vậy nguyên tố ở chu kì 4, nhóm IIA.

b) Có 2 electron hóa trị nên nguyên tố này là kim loại mạnh.

25. Như ta đã biết trong bảng hệ thống tuần hoàn:

Chu kì	Số lượng nguyên tố
1	2
2	8
3	8
4	18

Gọi số điện tích hạt nhân của X là Z_X, của Y là Z_Y

Theo đầu bài 2 nguyên tố ở hai chu kì kế tiếp nhau nên có thể xảy ra các khả năng sau:

• $\left.\begin{array}{l} Z_X - Z_Y = 18 \\ Z_X + Z_Y = 32 \end{array}\right\} \rightarrow \begin{array}{l} Z_X = 20, \text{ X là Ca} \\ Z_Y = 12, \text{ Y là Mg} \end{array}$

Kết quả này phù hợp với đề bài. Nguyên tử khối của canxi là 40 gấp 2 số điện tích hạt nhân nguyên tử, nguyên tử khối của Mg là 24 gấp 2 số điện tích hạt nhân nguyên tử.

• $\left.\begin{array}{l} Z_X - Z_Y = 8 \\ Z_X + Z_Y = 32 \end{array}\right\}$ → Trường hợp này không có nghiệm phù hợp

• $\left.\begin{array}{l} Z_X - Z_Y = 32 \\ Z_X + Z_Y = 32 \end{array}\right\}$ → Trường hợp này không có nghiệm phù hợp

26.

$M_{XCO_3} = M_X + 60$

$M_{YCO_3} = M_Y + 60 = M_X + 60 + 16 \rightarrow M_Y = M_X + 16$

$M_{Y'CO_3} = M_{Y'} + 60 = M_X + 60 + 32 \rightarrow M_{Y'} = M_X + 32$

$M_X + M_Y + M_{Y'} = 3M_X + 48$ (1)

$Z_X + N_X + Z_Y + N_Y + Z_{Y'} + N_{Y'} = 120$ (2)

Từ (1) và (2) rút ra $M_X = 24$ (Mg)

$M_Y = 24 + 16 = 40$ (Ca)

$M_{Y'} = 24 + 32 = 56$ (Fe)

Ba kim loại đó là Mg, Ca, Fe

27. Kí hiệu nơtron là N, electron là E, proton là Z

$\left.\begin{array}{l} Z + E + N = 115 \\ Z + E - N = 25 \end{array}\right\} \rightarrow \begin{array}{l} Z = E = 35 \\ N = 45 \end{array}$

Cấu hình electron của X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

X ở chu kì 4, nhóm VIIA.

28. Theo đầu bài 2 nguyên tố kế tiếp nhau, nên cách nhau một điện tích dương. Giả sử Z_A, Z_B

$$Z_A = \frac{25 - 1}{2} = 12 ; \qquad Z_B = 13$$

Cấu hình electron của A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$: A ở chu kì 3, nhóm IIA.

Cấu hình electron của B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$: B ở chu kì 3, nhóm IIIA.

49.

6			7	1
A 8	B^{6}_{2}	C^1	D 8	E 8
2			2	2
(S)	(O)	(chỉ có H)	(Cl)	(Na)
Chu kì 3	Chu kì 2		Chu kì 3	Chu kì 3
Nhóm VI	Nhóm VI		Nhóm VII	Nhóm I

Axít : HCl, H_2S, H_2SO_3, H_2SO_4

Bazơ : $NaOH$

Oxit axit : SO_2, SO_3, Cl_2O, Cl_2O_3, ClO_2, Cl_2O_6, Cl_2O_7

Oxit bazơ : Na_2O

Muối axit : $NaHS$, $NaHSO_3$, $NaHSO_4$.

50. Cấu hình electron của X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$: X ở chu kì 4, nhóm IA (kali)

Cấu hình electron của Y: $1s^2 2s^2 2p^4$: Y ở chu kì 2, VIA (oxi)

Cấu hình electron của Z : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$: X ở chu kì 3, nhóm VIA (lưu huỳnh)

Các hợp chất tạo thành giữa các nguyên tố:

K_2O; K_2SO_3; K_2SO_4; K_2S; SO_2; SO_3

57. Cấu hình electron của R: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

a) Vị trí của R: ô 18, chu kì 3, nhóm VIIIA. R là agon.

b) Các anion có cấu hình như trên :

Cl^- (2/8/8); S^{2-} (2/8/8); P^{3-} (2/8/8)

58. • Cấu hình electron của Cr: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

Cr ở chu kì 4, nhóm VIB.

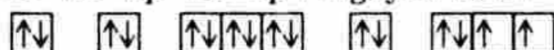
• Tính chất hóa học chủ yếu của Cr là tính khử vì Cr là kim loại

• Cr có số oxi hóa từ +1 đến +6 vì Cr có cấu hình electron $3d^5 4s^1$

59. Z = 6 : $1s^2 2s^2 2p^2$. Nguyên tố C

Z = 8 : $1s^2 2s^2 2p^4$. Nguyên tố O

Z = 14 : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Nguyên tố Si



Các hợp chất CO, CO_2, SiC, CS_2, SiO_2, SO_2, SO_3.

60.

a) Trong nguyên tử M có : Z proton, E electron, N nơtron.

Trong nguyên tử X có : Z' proton, E' electron, N' nơtron.

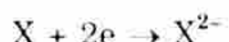
Ta đã biết $Z = E$, $Z' = E'$.

Số khối của $M = Z + N$
Số khối của $X = Z' + N'$

Trong phân tử M_2X có :

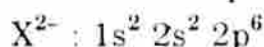
$4Z + 2N + 2Z' + N' = 140$ (1)
$(4Z + 2Z') - (2N + N') = 44$ (2)
$(Z + N) - (Z' + N') = 23$ (3)

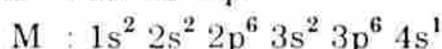
Khi tạo thành liên kết thì $M - 1e \rightarrow M^+$


$X + 2e \rightarrow X^{2-}$

do đó ta có : $(2Z - 1 + N) - (2Z' + 2 + N') = 31$
hay $2Z - 2Z' + N - N' = 34$ (4)
Từ (3) và (4) rút ra : $Z - Z' = 11$ (5)
Từ (1) và (2) rút ra : $2N + N' = 48$ (6)
Từ (3) (5) và (6) rút ra : $N = 20$; $N' = 8$
Từ (2) (5) và (6) rút ra : $Z = 19$; $Z' = 8$

b) Cấu hình electron của M^+ : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$


X^{2-} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$


M : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

Vị trí của M ở ô 19, chu kì 4, nhóm IA là K
Vị trí của X ở ô 8, chu kì 2, nhóm VIA là oxi

Hợp chất của M với X là K_2O là oxit bazơ, dễ tan trong nước, tác dụng với các dung dịch axit, dung dịch muối ...

61. – Trong chu kì 3 từ trái sang phải tính axit tăng:

$NaOH$	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
kiềm	bazơ yếu	lưỡng tính	axit yếu	axit trung bình	axit mạnh	axit rất mạnh

– Trong nhóm II đi từ trên xuống dưới tính bazơ tăng :

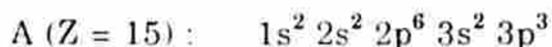
$Be(OH)_2$	$Mg(OH)_2$	$Ca(OH)_2$	$Sr(OH)_2$	$Ba(OH)_2$
lưỡng tính	bazơ yếu	bazơ khá mạnh	bazơ mạnh	bazơ mạnh

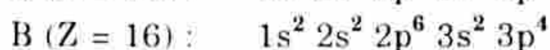
62. Đặt số hiệu nguyên tử của A là Z thì của B là Z + 1. Ta có:

$$Z + (Z + 1) = 31 \rightarrow Z = 15.$$

Số hiệu nguyên tử của A bằng 15, của B bằng 16.

Cấu hình electron của :


A (Z = 15) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$


B (Z = 16) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

Tính chất đặc trưng của A và B là tính oxi hóa :

$A + 3e = A^{3-}$, $B + 2e = B^{2-}$

Ion A^{3-} có cấu hình electron : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
Ion B^{2-} có cấu hình electron : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

Chương 3

LIÊN KẾT HÓA HỌC

A. ĐẶT VẤN ĐỀ – QUY TẮC (8 electron)

Câu hỏi được đặt ra là: Các nguyên tử làm thế nào "dính" được vào nhau để tạo thành phân tử hoặc tạo thành một khối chất rắn, khi vỏ của chúng là các hạt mang điện âm lẽ ra chúng phải đẩy nhau.

Các nguyên tử không phải khí hiếm đã "dính" được với nhau để tạo thành phân tử hoặc một khối chất rắn, vậy lớp vỏ điện tử của chúng có biến động không? và nếu có thì biến động như thế nào?

Các nguyên tử khí hiếm có 8 electron ở lớp ngoài cùng và chúng tồn tại ở trạng thái phân tử khí đơn nguyên tử có nghĩa là chúng không dính được với nhau và thậm chí còn ở cách xa nhau (vì là chất khí).

Xuất phát từ nhận xét trên, các nhà bác học đề ra quy tắc để xét sự biến đổi lớp điện tử ngoài cùng của các nguyên tử khi đi vào liên kết.

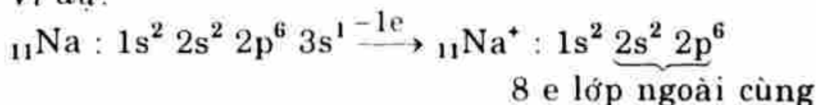
Nội dung quy tắc bát tử là: Các nguyên tử khi đi vào liên kết thì lớp điện tử ngoài cùng của chúng có biến động và sự biến động ấy theo xu hướng tạo ra một lớp ngoài cùng có 8 điện tử để "giống" như nguyên tử khí hiếm. Khi có 8 electron (hoặc 2 electron đối với heli) ở lớp ngoài cùng chúng ta gọi là bão hòa electron.

B. CÁC KIỂU LIÊN KẾT

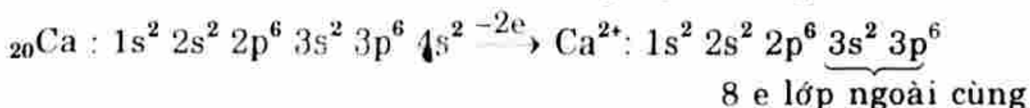
I. LIÊN KẾT ION – QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH LIÊN KẾT

1– Các nguyên tử kim loại có 1, hoặc 2, hoặc 3 e ở lớp ngoài cùng nên khi đi vào liên kết nó có xu hướng nhường hết số electron ở lớp ngoài cùng để cho lớp sát ngoài cùng trở thành lớp ngoài cùng bão hòa và sau khi nhường electron thì phần còn lại trở thành phần tử mang điện tích dương gọi là ion dương (hay cation)

Ví dụ:



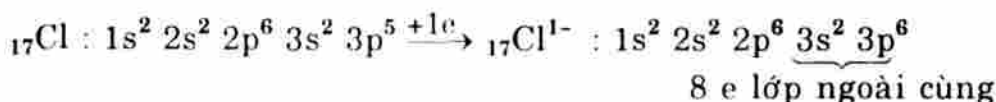
$_{11}Na : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1 \xrightarrow{-1e} {}_{11}Na^+ : 1s^2\ \underbrace{2s^2\ 2p^6}_{\text{8 e lớp ngoài cùng}}$



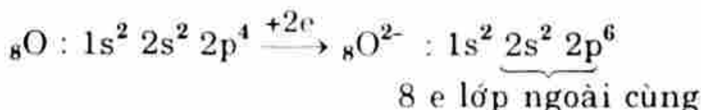
$_{20}Ca : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2 \xrightarrow{-2e} Ca^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ \underbrace{3s^2\ 3p^6}_{\text{8 e lớp ngoài cùng}}$

2– Các nguyên tử phi kim có số electron ở lớp ngoài cùng là 5 hoặc 6 hoặc 7 nên khi biến động có xu hướng thu thêm 3, 2, 1 electron vào lớp ngoài cùng để có vỏ electron giống khí hiếm. Sau khi thâu thêm electron thì nó trở thành phần tử mang điện âm, gọi là ion âm (hay anion)

Ví dụ:



$_{17}Cl : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5 \xrightarrow{+1e} {}_{17}Cl^{1-} : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ \underbrace{3s^2\ 3p^6}_{\text{8 e lớp ngoài cùng}}$

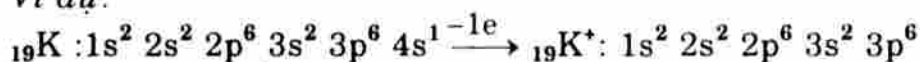


$_8O : 1s^2\ 2s^2\ 2p^4 \xrightarrow{+2e} {}_8O^{2-} : 1s^2\ \underbrace{2s^2\ 2p^6}_{\text{8 e lớp ngoài cùng}}$

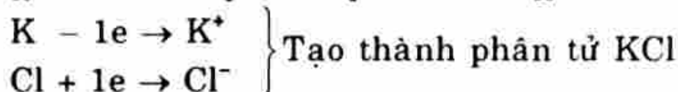
3– Sự hình thành liên kết ion:

Các ion trái dấu sẽ hút nhau với lực hút tĩnh điện để tạo thành phân tử. Ta gọi đó là phân tử ion và mối liên kết trong phân tử là liên kết ion

Ví dụ:

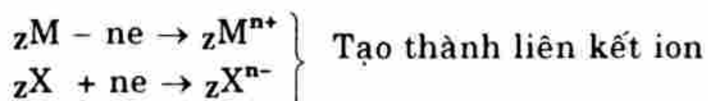


$_{19}K : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1 \xrightarrow{-1e} {}_{19}K^+ : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$



$K - 1e \rightarrow K^+$
$Cl + 1e \rightarrow Cl^-$ } Tạo thành phân tử KCl

Tổng quát:



$_ZM - ne \rightarrow {}_ZM^{n+}$
$_ZX + ne \rightarrow {}_ZX^{n-}$ } Tạo thành liên kết ion

(Z là điện tích hạt nhân, M là các kim loại, X là các phi kim, n = 1, 2, 3.)

Nhận xét:

– Liên kết ion được hình thành do các nguyên tử kim loại tác dụng với phi kim, ở đó có sự nhường, nhận electron giữa kim loại và phi kim.

– Liên kết ion chỉ hình thành khi hiệu số độ âm điện ($\Delta\chi$) giữa kim loại và phi kim phải lớn hơn 1,77.

– Khi nguyên tử nhường hay thu electron để trở thành ion thì số electron lớp ngoài cùng có thể thay đổi nhưng điện tích hạt nhân vẫn không thay đổi.

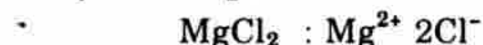
– Phân tử của các kim loại oxit, kim loại sunfua, muối của kim loại ..., có liên kết ion: Na_2O, MgO, Al_2O_3, Na_2S, $CaCl_2$...

– Liên kết ion điển hình chỉ hình thành trong tinh thể giữa các kim loại điển hình và các phi kim điển hình.

4– Định nghĩa: Liên kết ion là liên kết được tạo bởi lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện tích trái dấu.

5– Cách biểu diễn liên kết ion :

Ví dụ : Na_2O : $2Na^+\ O^{2-}$



$MgCl_2$: $Mg^{2+}\ 2Cl^-$

6– Hóa trị của các nguyên tố trong hợp chất ion

– Hóa trị của một nguyên tố trong hợp chất ion (gọi là điện hóa trị) bằng điện tích của ion đó.

Ví dụ: Trong hợp chất $CaCl_2$, điện hóa trị của canxi bằng 2^+, của clo bằng 1^-; trong Na_2O độ hóa trị của natri bằng 1^+, của oxi bằng 2^-

– Điện hóa trị được xác định bằng điện tích ion, các nguyên tử kim loại có 1, 2 hoặc 3 electron lớp ngoài cùng, điện hóa trị thường bằng 1^+, 2^+, 3^+ (ít khi là 4^+). Đối với các nguyên tố phi kim có 5, 6 hoặc 7 electron lớp ngoài cùng, điện hóa trị thường bằng 3^-, 2^-, 1^- (ít khi là 4^-)

II. LIÊN KẾT CỘNG HÓA TRỊ

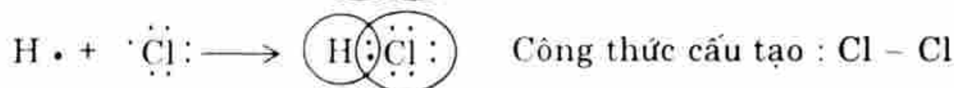
1– Sự tạo thành liên kết cộng hóa trị

Khi nguyên tử phi kim đến gần nhau thì không xảy ra quá trình nhường, nhận electron, vậy làm thế nào để chúng có lớp vỏ electron bão hòa. Người ta đưa ra giả thuyết là chúng "dùng chung" electron để có lớp vỏ electron bão hòa. Giả thuyết này được thừa nhận và giải thích được mối liên kết giữa các nguyên tử phi kim

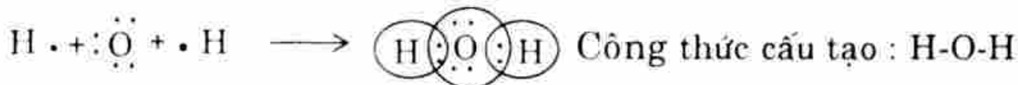
Ví dụ :

Công thức cấu tạo : Cl – Cl

Công thức cấu tạo : O = O



Công thức cấu tạo : Cl – Cl



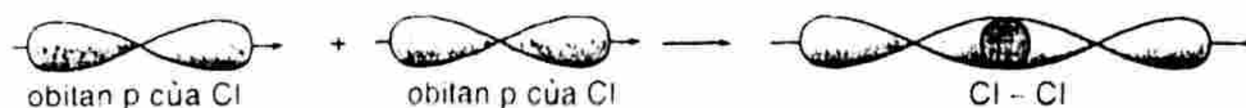
Công thức cấu tạo : H-O-H

Như vậy trong các phân tử trên, mỗi nguyên tử đều góp chung 1 electron để tạo thành mỗi cặp electron chung và đều có cấu hình electron của khí hiếm.

a) Sự xen phủ các obitan nguyên tử trong sự tạo thành các phân tử đơn chất

Để hình thành liên kết giữa hai nguyên tử, hai obitan xen phủ với nhau tạo ra vùng xen phủ giữa 2 nhân nguyên tử. Xác suất có mặt của các electron tập trung chủ yếu ở khu vực giữa hai hạt nhân. Vì vậy, ngoài lực đẩy tương hỗ giữa hai proton và hai electron còn có lực hút giữa các electron với hai hạt nhân hướng về tâm phân tử.

Thí dụ: Sự hình thành phân tử Cl_2.

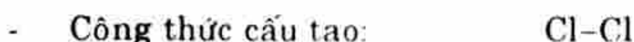


- Sự hình thành liên kết giữa hai nguyên tử clo là do sự xen phủ hai obitan p chứa electron độc thân của mỗi nguyên tử clo.

- Trong phân tử Cl_2, mỗi nguyên tử clo đạt được cấu hình 8 electron giống khí hiếm Ar bằng cách mỗi nguyên tử góp 1 electron tạo thành đôi electron chung

- Công thức electron:

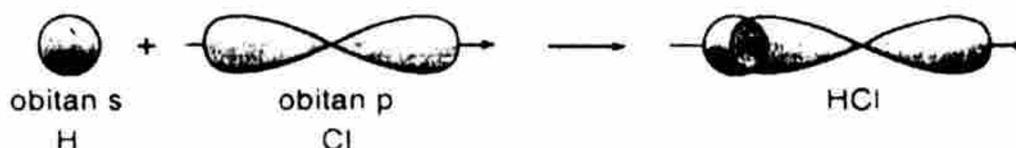
- Công thức cấu tạo: Cl–Cl



b) Sự xen phủ của các obitan nguyên tử trong sự tạo thành nhờ sự xen phủ giữa các obitan có 1 electron độc thân

Liên kết hóa học trong phân tử hợp chất HCl được hình thành nhờ sự xen phủ giữa các obitan có 1 electron độc thân.

Ví dụ: Phân tử HCl.



Liên kết hóa học trong phân tử HCl được hình thành nhờ sự xen phủ giữa obitan 1s của nguyên tử hiđrô và obitan 3p có 1 electron độc thân của nguyên tử clo.

Trong phân tử hiđroclorua HCl, với một đôi chân, nguyên tử H đạt cấu hình 2 electron giống khí hiếm He, nguyên tử clo đạt cấu hình 8 electron giống khí hiếm Ar.

Công thức cấu tạo của phân tử HCl: H – Cl

Nhận xét:

- Bản chất của liên kết cộng hóa trị là sự dùng chung các electron (do sự xen phủ các obitan nguyên tử)

- Điều kiện xảy ra liên kết: Giữa hai electron nguyên tố giống nhau hoặc gần giống nhau về bản chất hóa học (thường xảy ra với các nguyên tố phi kim nhóm IV, V, VI và VII).

2– Định nghĩa liên kết cộng hóa trị

Liên kết cộng hóa trị là liên kết được hình thành bằng một hay nhiều cặp electron chung.

3– Phân loại liên kết theo quan niệm hiện đại

– Theo thuyết Lewis – Kossel: Liên kết cộng hóa trị được hình thành do sự góp chung electron giữa hai nguyên tử để đạt cơ cấu bền.

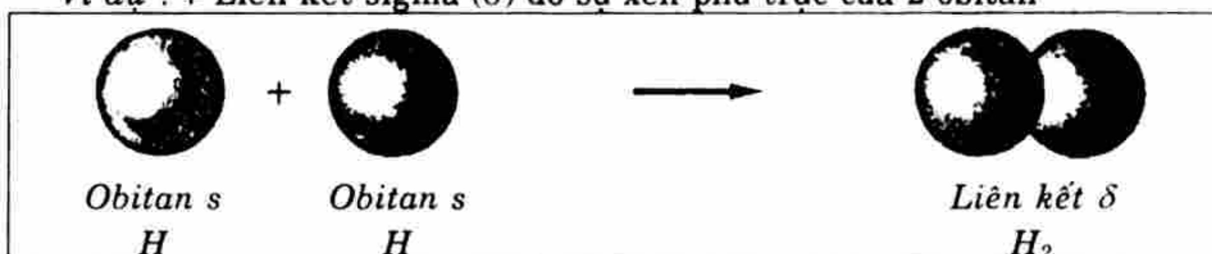
– Theo quan niệm hiện đại: Liên kết cộng hóa trị được hình thành do sự xen phủ hai obitan 1 electron của 2 nguyên tử.

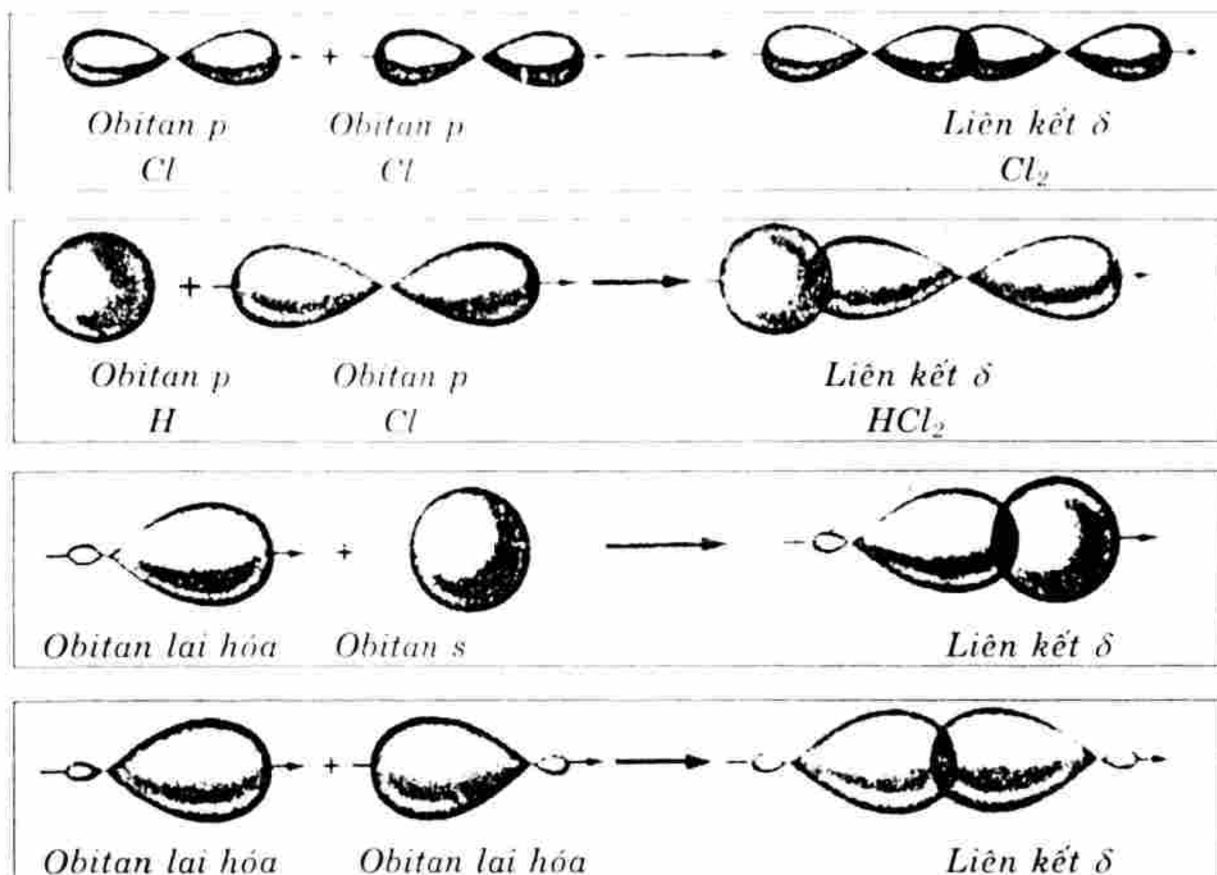
a) Sự xen phủ trục, liên kết sigma (σ)

– Liên kết được hình thành do sự xen phủ trục của 2 obitan một electron (hai trục đối xứng trùng nhau), liên kết bền.

– Xen phủ trục nên nguyên tử quay được dễ dàng quanh trục nối hai nhân

Ví dụ : + Liên kết sigma (σ) do sự xen phủ trục của 2 obitan

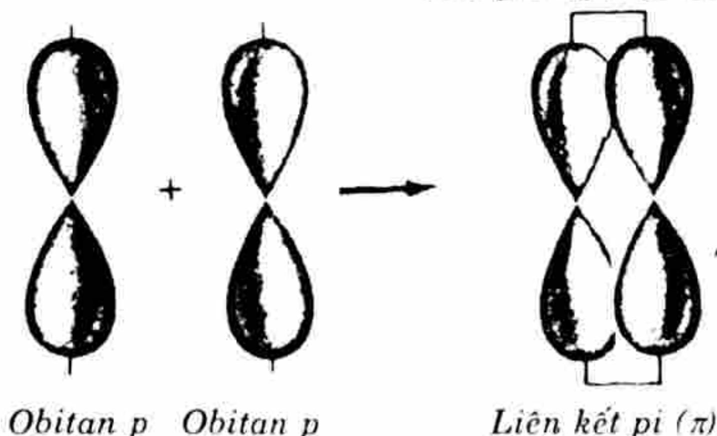




b) Liên kết pi (π)

– Liên kết được hình thành do sự xen phủ bên của hai obitan p một electron (hai trục đối song song), sự xen phủ xảy ra ít nên liên kết π kém bền.

– Do xen phủ bên nên nguyên tử không quay được quanh trục nối hai nhân.



Obitan p   Obitan p   Liên kết pi (π)

4 – Trong liên kết cộng hóa trị cần chú ý có sự khác biệt sau:

a) Liên kết cộng hóa trị không có cực :

– Là liên kết giữa hai nguyên tử bằng các đôi điện tử dùng chung và các đôi điện tử ấy không lệch về phía nguyên tử nào

– Liên kết được hình thành giữa hai nguyên tử của cùng một nguyên tố. Trường hợp các đơn chất thuộc loại này ví dụ: Cl_2, H_2, O_2, N_2 ...

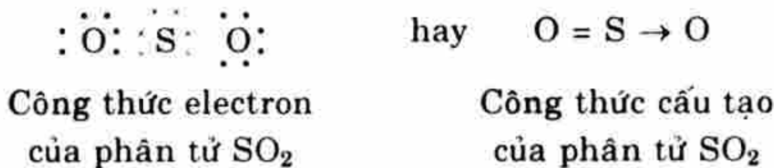
b) Liên kết cộng hóa trị có cực: Là liên kết giữa hai nguyên tử bằng các đôi điện tử dùng chung, nhưng các đôi điện tử dùng chung đó lệch về phía nguyên tử có độ âm điện lớn hơn.

Ví dụ : Phân tử HCl H : Cl :

c) Liên kết cho nhận

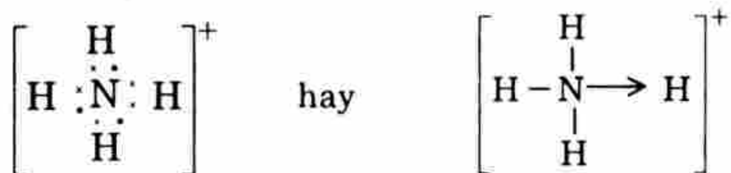
Liên kết cho nhận là liên kết giữa 2 nguyên tử bằng một đôi điện tử dùng chung, nhưng đôi điện tử này chỉ do 1 nguyên tử đưa ra. (Liên kết cho nhận được kí hiệu là dấu →)

Ví dụ :



Công thức electron của phân tử SO_2 — Công thức cấu tạo của phân tử SO_2

Ion NH_4^+

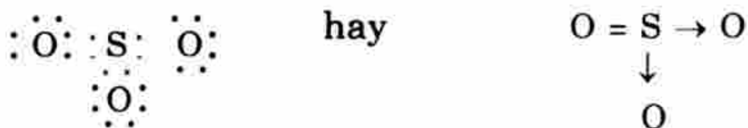


Sở dĩ đề xuất thêm lí thuyết này để giải quyết những trường hợp liên kết cộng hóa trị hình thành giữa hai nguyên tử (trong 1 phân tử) thì có 1 loại nguyên tử không thỏa mãn quy tắc bát tử.

Ví dụ : Phân tử SO_3

O = S = O
 ||
 O

Mỗi nguyên tử O cần dùng chung 2 đôi điện tử với nguyên tử S để mỗi nguyên tử O có 8 điện tử ở lớp ngoài cùng. Như vậy lớp điện tử ngoài cùng của nguyên tử S là 12 điện tử và quy tắc bát tử bị phá vỡ, để vẫn áp dụng lí thuyết về quy tắc bát tử người ta đưa ra ý mới là: trong 3 nguyên tử O có 2 nguyên tử chỉ dùng chung một đôi điện tử với nguyên tử S và đôi điện tử dùng chung đó chỉ do nguyên tử S đưa ra



Quy tắc bát tử không giải thích được một số trường hợp, ví dụ cấu tạo electron của phân tử PCl_5:

Xung quanh mỗi nguyên tử clo có 8 electron, nhưng quanh nguyên tử P có 10 electron lớp ngoài cùng.

Như vậy quy tắc bát tử là quy tắc gần đúng nhưng có ích.

5– Hóa trị của một nguyên tố trong một hợp chất cộng hóa trị

Hóa trị của một nguyên tố trong hợp chất cộng hóa trị bằng số liên kết

giữa một nguyên tử của nguyên tố đó với các nguyên tử khác trong phân tử, hóa trị này được gọi là cộng hóa trị. Như vậy số liên kết của nguyên tử chính là cộng hóa trị của nguyên tố tương ứng.

Ví dụ: Trong các hợp chất CH_4, NH_3, HCl, CO_2 hóa trị của C là 4, của H là 1, của O là 2; của N là 3, của Cl là 1.

6– a) Sự chuyển tiếp từ liên kết cộng hóa trị sang liên kết ion

Phân tử	Công thức electron	Sai biệt về độ âm điện	Loại liên kết
Cl_2	:Cl : Cl:	0,0	Cộng hóa trị không cực
HCl	H : Cl:	0,9	Cộng hóa trị có cực
NaCl	Na^+ $:Cl:^-$	2,1	Liên kết ion

b) Sự chuyển tiếp từ liên kết ion sang liên kết cộng hóa trị

• Trong liên kết ion các cation (ion dương) hút lớp vỏ electron của anion (ion âm) khiến vỏ electron của anion biến dạng.

• Sự biến dạng càng nhiều thì liên kết ion chuyển dần sang liên kết cộng hóa trị.

• Sự biến dạng ion càng lớn khi:

+ Điện tích và bán kính của anion càng lớn

+ Điện tích cation càng lớn, bán kính cation càng nhỏ

Sai biệt độ âm điện $\Delta\chi$	$0,0 \to 0,4$	$0,4 \to 2,0$	$\geq 2,0$
Loại liên kết	Cộng hóa trị không có cực	Cộng hóa trị có cực	Liên kết ion

III. LIÊN KẾT PHÂN TỬ

Đó là sự sắp xếp các phân tử bên cạnh nhau để tạo thành một khối chất rắn. Sự sắp xếp này tuân theo các quy luật riêng và kết quả hình thành các mạng tinh thể.

Mạng tinh thể được hình dung như các hình khối mà ở đỉnh của hình khối là các nguyên tử hoặc ion dương. Giữa các đỉnh là các khoảng trống có electron tự do chuyển động. Chính nhờ các electron tự do này mà các phân tử nối kết được với nhau. Liên kết phân tử rất dễ bị phá vỡ bởi tác dụng của lực cơ học hoặc nhiệt độ.

1– Liên kết của các phân tử đơn nguyên tử.

• Liên kết giữa các nguyên tử kim loại (trừ Hg) tạo ra các mạng lập phương tâm khối hoặc lập phương tâm diện v.v...

• Liên kết giữa các nguyên tử C tạo thành mạng tinh thể kim cương là tứ diện đều mà ở đỉnh và tâm tứ diện có nguyên tử C.

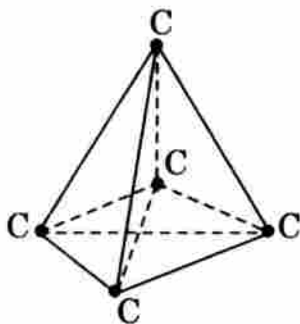
• Liên kết giữa các nguyên tử C tạo thành than chì thì mạng tinh thể lại là các lớp có hình lục giác xếp lên nhau.

2– Liên kết của các phân tử đa nguyên tử.

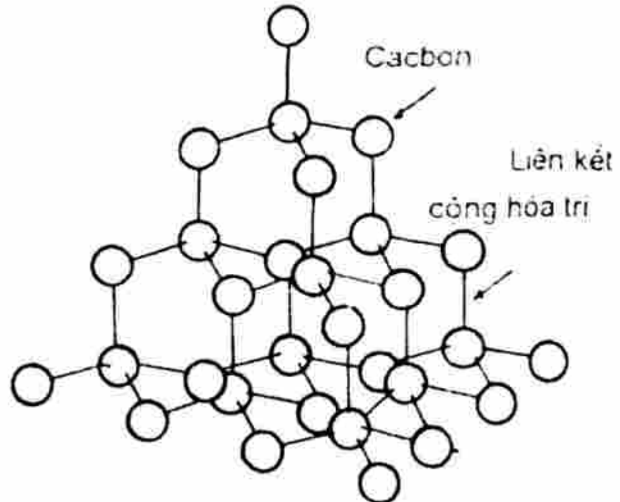
• Các phân tử H_2O ở trong khối nước đá có liên kết thành mạng tứ diện đều ở tâm và đỉnh tứ diện có các phân tử H_2O

• Các phân tử NaCl sắp xếp cạnh nhau tạo 1 tinh thể có hình lập phương mà ở đỉnh hình lập phương đó có các cation Na^+ và anion Cl^-. Tinh thể loại này gọi là tinh thể ion khác với các loại trên được gọi là tinh thể phân tử

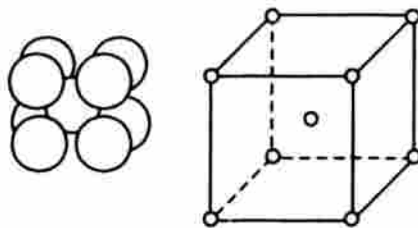
TINH THỂ NGUYÊN TỬ



– 1 nguyên tử C ở tâm và 4 nguyên tử C khác ở 4 đỉnh của hình tứ diện đều



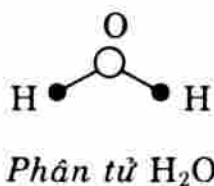
– Mạng tinh thể kim cương (mỗi nguyên tử cacbon có 4 nguyên tử lân cận gần nhất).



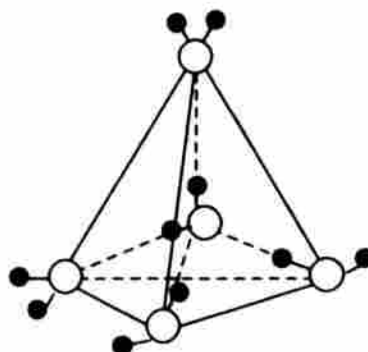
– Tinh thể sắt

Mỗi nguyên tử ở tâm (lập phương) có 8 nguyên tử lân cận gần nhất ở 8 đỉnh của hình lập phương

TINH THỂ PHÂN TỬ



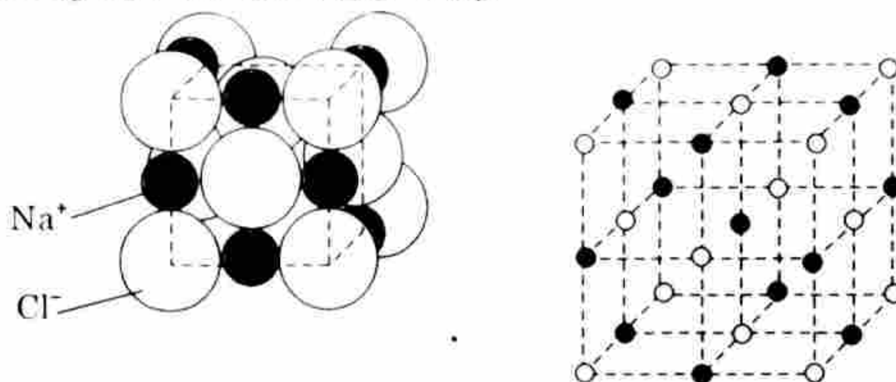
Phân tử H_2O



– Tinh thể nước đá. Trong tinh thể nước đá, mỗi phân tử nước là 1 đơn vị cấu trúc

TINH THỂ ION

Ta lấy tinh thể NaCl làm ví dụ:



– Tinh thể natri clorua NaCl

Chú ý: Liên kết phân tử chỉ được đề cập đến khi các chất tồn tại ở trạng thái rắn.

C. CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA LIÊN KẾT HÓA HỌC

I. NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT (Kí hiệu E_{lk})

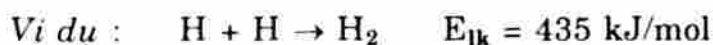
a) Năng lượng liên kết : Là năng lượng giải phóng khi tạo thành mối liên kết hóa học giữa các nguyên tử cô lập.

– Năng lượng liên kết có thể được tính ra eV/phân tử, hay $kJ.mol^{-1}$ hay $kcal.mol^{-1}$.

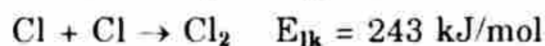
$$1\ eV = 4{,}3360.10^{-8}\ kcal/mol$$

$$1\ kcal = 4{,}1840\ kJ$$

– Năng lượng liên kết đặc trưng cho độ bền của liên kết, năng lượng liên kết càng lớn, liên kết càng bền.



Ví dụ : $H + H \rightarrow H_2$ $\quad E_{lk} = 435$ kJ/mol

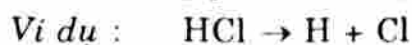


$Cl + Cl \rightarrow Cl_2$ $\quad E_{lk} = 243$ kJ/mol

$H + Cl \rightarrow HCl$ $\quad E_{lk} = 431$ kJ/mol

b) Năng lượng phân li là năng lượng cần thiết để phá vỡ một liên kết hóa học, tách phân tử thành các nguyên tử.

Năng lượng phân li bằng năng lượng liên kết nhưng ngược dấu.



Ví dụ : $HCl \rightarrow H + Cl$

Năng lượng liên kết = 431 kJ/ mol, năng lượng phân li =– 431 kJ/mol.

c) Quá trình phát và thu nhiệt

– Quá trình tạo thành liên kết từ các nguyên tử là quá trình phát nhiệt

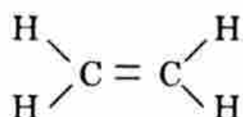
– Quá trình phá vỡ liên kết trong phân tử là quá trình thu nhiệt.

II. BẬC CỦA LIÊN KẾT

Bậc của liên kết là số mối liên kết được hình thành giữa 2 nguyên tử (Liên kết đơn, liên kết đôi, liên kết ba).

– Bậc 1: Chỉ có 1 liên kết giữa 2 nguyên tử, ví dụ: H – Cl, H – H, ...

– Bậc 2: chỉ có 2 liên kết giữa 2 nguyên tử, ví dụ: liên kết C = O trong CO_2 O = C = O, Liên kết C = C trong etilen C_2H_4



– Bậc 3: Chỉ có 3 liên kết giữa 2 nguyên tử, ví dụ: liên kết N ≡ N trong phân tử N_2, liên kết C ≡ C trong phân tử axetilen HC ≡ CH.

– Đối với hai nguyên tử xác định, khi bậc liên kết tăng thì độ bền liên kết tăng và độ dài liên kết giảm.

III. ĐỘ DÀI LIÊN KẾT

– Độ dài liên kết là khoảng cách giữa tâm của 2 nguyên tử tham gia liên kết. Độ dài liên kết thường được tính bằng anstron (Å)

$$1\ \text{Å} = 10^{-8}\ \text{cm}$$

– Bậc của liên kết ảnh hưởng đến độ dài liên kết và độ dài của liên kết ảnh hưởng đến năng lượng liên kết.

Ví dụ :

Liên kết	C – C	C = C	C ≡ C
Bậc của liên kết	1	2	3
Độ dài liên kết	1,54 Å	1,34 Å	1,2 Å

IV. GÓC HÓA TRỊ

Góc hóa trị là góc tạo bởi 2 mối liên kết ở cùng một nguyên tử với hai nguyên tử khác.

Ví dụ : $\widehat{H\text{–}O\text{–}H}$ của phân tử H_2O là 104,5°

$\widehat{H\text{–}C\text{–}H}$ ———— CH_4 là 109,28°

D. BÀI TẬP

1. Viết công thức cấu tạo và công thức electron của các phân tử sau:

a) Các oxit : Na_2O, CaO, Cl_2O_7, SO_3, P_2O_5, Al_2O_3, CO_2

b) Các hiđroxit: NaOH, $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$, H_2CO_3, H_3PO_4, H_2SO_4, $HMnO_4$

c) Các muối: K_2SO_4, $NaNO_3$, $MgCl_2$, $Al_2(SO_4)_3$, $NaHSO_4$, $CaHPO_4$, $Ba(NO_3)_2$

d) Hợp chất với hiđro: HCl, H_2S, H_2O, NH_3, CH_4

Hướng dẫn

– Nếu là hợp chất có hai nguyên tố hãy tính hiệu số độ âm điện để xét xem hợp chất đó có liên kết ion hay liên kết cộng hóa trị. Hiệu số độ âm

điện $\Delta\chi$ lớn hơn 1,7, hợp chất có liên kết ion ($\Delta\chi$ đọc là denta khapa)

Ví dụ :

$MgCl_2$ $\Delta\chi = 1,8$ hợp chất này có liên kết ion, biểu diễn công thức cấu tạo : $Mg^{2+}.2Cl^-$

Nếu liên kết cộng hoá trị biểu diễn đôi điện tử dùng chung bằng các gạch nối giữa 2 nguyên tử (chú ý nếu nguyên tử nào mà sau khi dùng chung điện tử có quá 8 electron thì phải biểu diễn liên kết phối trí, trừ một số trường hợp ngoại lệ)

Ví dụ :

Công thức phân tử (1)	Công thức cấu tạo (2)	Công thức electron (3)
H_2O	H – O – H	H : Ö : H
SO_3	O = S → O, S → O	:Ö::S:Ö: / :Ö:
P_2O_5	O=P(→O) – O – P(=O)→O	O::P:Ö:P::O (với :Ö: phối trí)

– Hợp chất hidroxit: các hidroxit dù là axit hay bazơ thì trong phân tử đều có nhóm OH, có bao nhiêu nguyên tử H có bấy nhiêu nhóm OH. Trong bazơ OH đính với kim loại. Trong axit OH đính với phi kim

Công thức phân tử	Công thức cấu tạo	Công thức electron
NaOH	$Na^{+}\,{}^{-}O - H$	Có liên kết ion không yêu cầu biểu diễn công thức electron
H_2CO_3 Axit cacbonic	(H–O)(H–O)C = O	H : Ö : / H : Ö : C :: Ö
HNO_3 Axit nitric	H – O – N(=O)→O	
HClO Axit hipoclorơ	H – O – Cl	

$HClO_4$ Axit pecloric	$H-O-Cl(\rightarrow O)_3$	
H_2SO_4 Axit sunfuric	$(H-O)_2S(\rightarrow O)_2$	
H_3PO_4 Axit photphoric	$(H-O)_3P\rightarrow O$	
H_3PO_3 Axit photphorơ	$(H-O)_2(H)P\rightarrow O$	

– Hợp chất muối: muối là hợp chất phân tử gồm cation kim loại và anion gốc axit. Gốc axit là phần còn lại của phân tử axit sau khi loại bỏ 1 phần hay toàn bộ số nguyên tử H.

Vậy để viết công thức cấu tạo của muối trước hết hãy viết công thức cấu tạo của axit, rồi bỏ nguyên tử H và thay thế H bằng kim loại. Chú ý kim loại hóa trị 1 thay cho 1 nguyên tử H. Nếu kim loại hóa trị 2 hoặc 3 thì thay cho 2 hoặc 3 nguyên tử H.

Công thức phân tử	Công thức cấu tạo	
Na_2SO_4	* $(H-O)_2S(\rightarrow O)_2$ * $(Na^+\ ^-O)_2S(\rightarrow O)_2$	Viết công thức cấu tạo của axit Thay Na^+ vào chỗ H^+
$Al_2(SO_4)_3$	* $(H-O)_2S(\rightarrow O)_2$ $(H-O)_2S(\rightarrow O)_2$ $(H-O)_2S(\rightarrow O)_2$	3 gốc axit vậy phải có 3 phân tử axit

(1)	(2)	(3)
	Al(–O–)(–O–)(–O–) bonded to three SO_2 groups (O–S(→O)(→O)–O), second Al bonded to the other three O	Thay 2 nguyên tử Al vào chỗ 6 nguyên tử H
$NaHSO_4$	H – O, H – O > S (→O)(→O); Na^+ $^-$O, H – O > S (→O)(→O)	Với gốc axit còn nguyên tử H tạo muối axit
$CaSO_4$	Ca < (O, O) > S (→O)(→O)	
$NaNO_3$	H – O – N (=O)(→O); Na – O – N (=O)(→O); hay Na^+ $^-$O – N (=O)(→O)	

BÀI TẬP TỰ GIẢI

2. Giải thích tại sao nitơ là một khí tương đối trơ ở nhiệt độ thường? Viết công thức electron, công thức cấu tạo của NH_3, NH_4Cl, HNO_3.

3. Hãy trình bày đặc điểm cấu tạo không gian của phân tử metan CH_4.

4. Năng lượng liên kết là gì? Năng lượng liên kết có ảnh hưởng gì đến hiệu ứng nhiệt của phản ứng.

5. Trong các loại mạng tinh thể (nguyên tử, phân tử, kim loại, ion) thì kim cương, P trắng, nước đá, KCl, Mg thuộc loại mạng tinh thể nào.

6. Dựa vào độ âm điện, hãy sắp xếp theo chiều tăng độ phân cực của liên kết giữa 2 nguyên tử trong phân tử các chất sau :

CaO, MgO, CH_4, ACN, N_2, NaBr, $AlCl_3$

Nêu những liên kết chính trong các phân tử.

7. Thế nào là liên kết σ, liên kết π ? Hãy mô tả sự xen phủ obitan nguyên tử tạo liên kết trong phân tử Cl_2, N_2, HCl.

(Đề thi vào trung tâm đào tạo Y tế Thành phố Hồ Chí Minh)

8. N_2 và Cl_2 đều có độ âm điện bằng 3, nhưng ở điều kiện thường N_2 có tính oxi hóa kém clo, hãy giải thích ?

9. Thế nào là liên kết kim loại, liên kết ion, liên kết cộng hóa trị?

10. a) Liên kết hiđro được hình thành trên cơ sở nào? Những hợp chất nào sau đây tạo được liên kết hiđro: C_2H_6, $C_2H_5NH_2$, CH_3COOH, C_2H_5OH, CH_3CHO, H_2O, NH_3.

b) Những chất nào dễ hóa lỏng, dễ tan trong nước? Cho ví dụ.

11. Dựa vào độ âm điện, hãy nêu bản chất liên kết trong các phân tử và ion : HCO_3^-, HClO, KHS.

12. Cho biết độ âm điện của các nguyên tố sau:

Nguyên tố	$_4Be$	$_{13}Al$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_9F$
Độ âm điện	1,5	1,6	2,2	2,6	3,1	4,0

Hãy cho biết trong các hợp chất $BeCl_2$, $AlCl_3$, PCl_5, SF_6 là liên kết cộng hóa trị hay liên kết ion. Nếu là liên kết cộng hóa trị thì phải giải thích như thế nào theo quan điểm của thuyết cơ học lượng tử.

(Đề thi học sinh giỏi cấp thành phố năm học 1996 – 1997)

Hãy cho biết trong các hợp chất $BeCl_2$, $AlCl_3$, PCl_5, SF_6 là liên kết cộng hóa trị hay liên kết ion. Nếu là liên kết cộng hóa trị thì phải giải thích như thế nào theo quan điểm của thuyết cơ học lượng tử.

(Đề thi học sinh giỏi cấp thành phố năm học 1996 – 1997)

13. Một nguyên tố R và một nguyên tố X có cấu hình electron lớp ngoài cùng lần lượt là ...$3s^1$ và ...$3s^2\ 3p^5$.

a) Xác định các nguyên tố R, X, công thức hợp chất giữa chúng và loại liên kết hình thành trong hợp chất thu được.

b) Xác định nguyên tố A có cấu hình electron ngoài cùng là ...$4s^1$. Xác định công thức hợp chất có thể có giữa A, X.

Cho biết :

Số thứ tự	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Kí hiệu	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn

(Đề thi học sinh giỏi cấp thành phố năm học 1996 – 1997)

14. Chiều tăng dần sự phân cực liên kết theo thứ tự :

a) CaO, N_2, NH_3; b) CaO, NH_3, N_2; c) N_2, CaO, NH_3

d) N_2, NH_3, CaO; e) Tất cả đều sai

15. Cặp chất nào cho sau đây mỗi chất chứa cả 3 loại liên kết (ion, cộng hóa trị, cho nhận)

a) NaCl, H_2O; b) NH_4Cl, Al_2O_3; c) K_2SO_4, KNO_3

d) Na_2SO_4, $Ba(OH)_2$; e) SO_2, SO_3.

16. Rượu (ancol) là gì ? Sắp xếp ba chất CH_3CH_2OH, $CH_3CH_2-NH_2$ và HCOOH theo thứ tự tăng dần nhiệt độ sôi. Giải thích.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Quốc gia Hà nội năm 1997 – 1998)

17. Sắp xếp các chất theo trình tự tăng dần nhiệt độ sôi CH_3COOH, $HCOOCH_3$, CH_3CH_2COOH, CH_3COOCH_3, $CH_3CH_2CH_2OH$. Giải thích.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Quốc gia Hà Nội năm 1997 – 1998)

18. Liên kết "cho – nhận" là gì ? Hãy so sánh các liên kết sau:

a) Liên kết "cho – nhận" và liên kết cộng hóa trị

b) Liên kết cộng hóa trị và liên kết kim loại

c) Ion là gì ?

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học An ninh năm 1997–1998)

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

Chương Liên kết hóa học

2. Do cấu hình electron của nitơ là $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ và sự phân bố electron ở các obitan: [↑↓] [↑↓] [↑|↑|↑]

Mỗi nguyên tử nitơ có 3e độc thân, nên 2 nguyên tử nitơ liên kết với nhau thành phân tử N_2 bằng một nối ba $N \equiv N$ rất bền, năng lượng liên kết lớn, chỉ ở nhiệt độ cao thì phân tử nitơ mới bị phân tích thành 2 nguyên tử nitơ

$$H:\overset{H}{\underset{\cdot\cdot}{\ddot{N}}}:H \quad H-\overset{H}{\underset{\cdot\cdot}{\overset{|}{N}}}-H \quad ; \quad \left[H:\overset{H}{\underset{H}{\ddot{\underset{\cdot\cdot}{N}}}}:H\right]^+Cl^- \quad \left[H-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{N}}}}\rightarrow H\right]^+Cl^-$$

$$H\ :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}:\ N\begin{matrix}:\ddot{O}: \\ \ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}:\end{matrix} \qquad H-O-N\begin{matrix}\nearrow\!\!\!=O \\ \searrow O\end{matrix}$$

3. Phân tử CH_4 có 4 liên kết σ (giữa nguyên tử C và 4 nguyên tử H) từ tâm hướng về 4 đỉnh của một tứ diện đều, mỗi góc HCH = 109°28' và toàn bộ phân tử không ở trên một mặt phẳng.

H
C H
H H

4. Năng lượng liên kết là năng lượng giải phóng ra khi tạo thành một liên kết hóa học từ những nguyên tử cô lập.

Hiệu ứng nhiệt sẽ có giá trị dương (phản ứng tỏa nhiệt) nếu tổng năng lượng liên kết trong các chất tham gia phản ứng bé hơn tổng năng lượng liên kết trong các chất tạo thành. Ngược lại, hiệu ứng nhiệt có giá trị âm (phản ứng thu nhiệt).

5. Kim cương: Thuộc mạng tinh thể nguyên tử

Photpho trắng: Thuộc mạng tinh thể nguyên tử

Nước đá: Thuộc mạng tinh thể phân tử

KCl : Thuộc mạng tinh thể ion

Mg : Thuộc mạng tinh thể kim loại

6. Khi xét mức độ phân cực của liên kết cần dựa vào các điểm sau:

– Sự chênh lệch về độ âm điện ($\Delta\chi$) càng lớn thì độ phân cực càng lớn

– Nếu : $\Delta\chi \geq 2,0$ thì liên kết là liên kết ion

$\Delta\chi < 2,0$ thì liên kết là liên kết cộng hóa trị phân cực

$\Delta\chi = 1,7$ thì liên kết có 50% liên kết cộng hóa trị, 50% liên kết ion

	N_2	CH_4	BCl_3	$AlCl_3$	AlN	NaBr	MgO	CaO
$\Delta\chi$	0,	0,4	1,0	1,3	1,5	1,9	2,3	2,5

Độ phân cực tăng.

– Các hợp chất CaO, MgO, NaBr: là hợp chất ion

– Phân tử N_2 : Hợp chất cộng hóa trị không phân cực

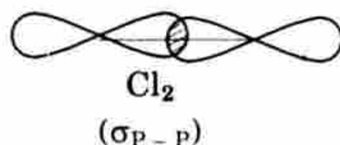
– Các hợp chất còn lại đều là hợp chất cộng hóa trị phân cực

7. – Liên kết σ là liên kết cộng hóa trị do sự xen phủ của 2 obitan nằm trên trục nối hai hạt nhân nguyên tử tham gia liên kết.

– Liên kết π là loại liên kết cộng hóa trị mà vùng xen phủ của 2 obitan ở hai bên của trục liên kết.

– Nguyên tử clo có 1 electron ở obitan 3p chưa ghép đôi nên khi tạo ra phân tử Cl_2 hình thành liên kết σ (p – p)

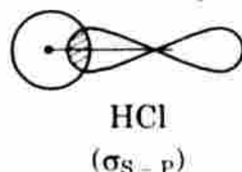
(do sự xen phủ của 2 obitan 3p)



Cl_2

(σ_{p-p})

– Trong phân tử H – Cl, obitan 1s của H và 1 obitan 3p của Cl đã xen phủ vào nhau tạo liên kết $\sigma_{(s-p)}$

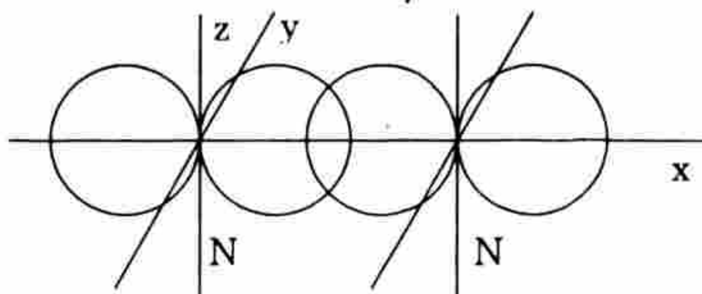


HCl

(σ_{s-p})

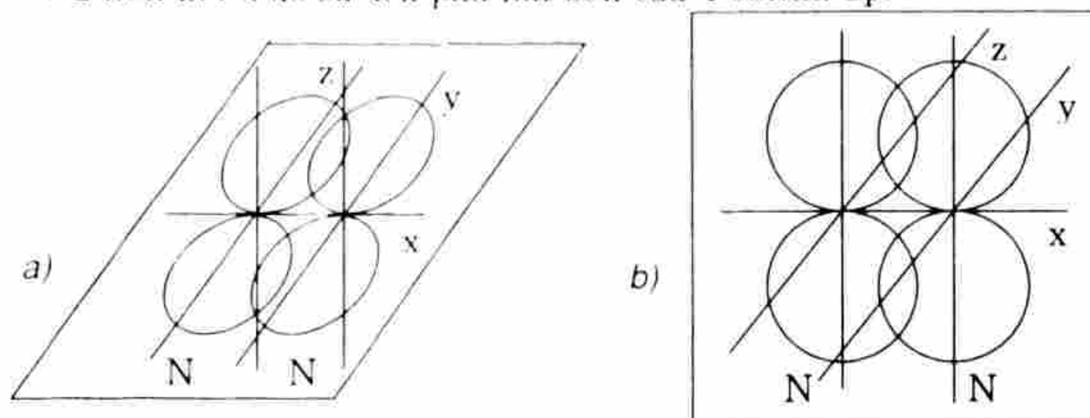
– Trong phân tử N_2, nguyên tử N có 3 electron độc thân ở obitan 2p nên khi hình thành phân tử N_2 tạo ra:

+ 1 liên kết σ (xen phủ của 2 orbitan 2p nằm trên trục nối hai hạt nhân).



Sự tạo thành liên kết σ trong N_2

+ 2 liên kết π do sự xen phủ hai bên của 4 obitan 2p.



Sự tạo thành liên kết π trong N_2

8. N_2 và Cl_2 mặc dù có độ âm điện bằng nhau nhưng phân tử Cl_2 có 1 liên kết đơn (σ) còn phân tử N_2 ($N\equiv N$) có liên kết ba (1 liên kết σ và 2 liên kết π) do đó phân tử N_2 bền vững hơn Cl_2. Muốn tham gia phản ứng, phải cần năng lượng để phá vỡ liên kết, vì vậy ở điều kiện thường phân tử N_2 bền vững hơn Cl_2 nên thể hiện tính oxi hóa yếu hơn.

9. – Liên kết kim loại là loại liên kết hóa học được hình thành bởi lực hút tĩnh điện giữa các ion dương có trong mạng tinh thể kim loại với các electron tự do.

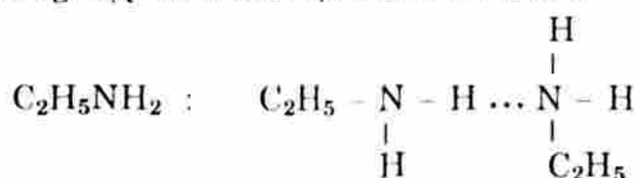
– Liên kết ion là loại liên kết hóa học được hình thành bởi lực hút tĩnh điện giữa các ion tích điện dương (cation) và các ion điện tích âm (anion). Ví dụ $CaCl_2$ (Ca^{+2} $2Cl^-$)

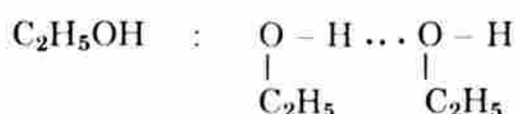
– Liên kết cộng hóa trị là loại liên kết hóa học được hình thành bởi những cặp electron góp chung

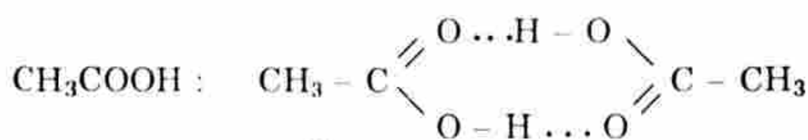
10. a) Liên kết hiđro được hình thành trên cơ sở lực hút giữa một nguyên tử H linh động của phân tử này với một nguyên tử có độ âm điện lớn và còn có cặp electron chưa tham gia liên kết của phân tử khác

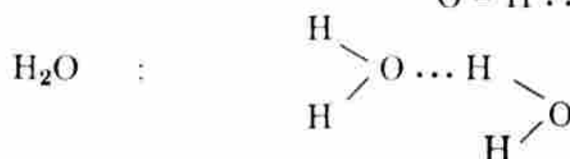
– Phân tử nào có chứa H linh động đều tạo liên kết hiđro.

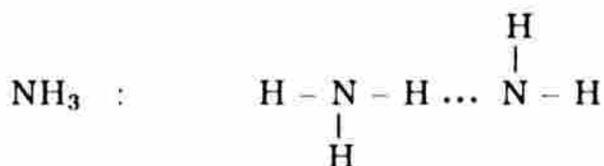
Những hợp chất sau tạo liên kết hiđro.







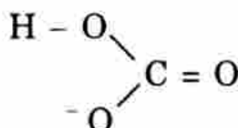




b) Những chất nào tạo liên kết hiđro thì dễ hóa lỏng, chất nào chứa hiđro linh động và có khả năng tạo liên kết hiđro với H_2O thì chất đó dễ tan trong nước

Ví dụ NH_3.

11. – Ion HCO_3^-



+ Liên kết H – O có $\Delta\chi = 1,4$ Liên kết cộng hóa trị có cực
+ Liên kết O – C có $\Delta\chi = 1$ Liên kết cộng hóa trị có cực

– Phân tử HClO (H – O – Cl)
+ Liên kết H – O có $\Delta\chi = 1,4$ Liên kết cộng hóa trị có cực
+ Liên kết O – Cl có $\Delta\chi = 0,5$ Liên kết cộng hóa trị có cực

– Phân tử KHS (K – S – H)
+ Liênkết K – S có $\Delta\chi = 1,7$ Liên kết ion
+ Liên kết H – S có $\Delta\chi = 0,4$ Liên kết cộng hóa trị có cực

12. $BeCl_2$ có $\Delta\chi = 1,6$ Liên kết cộng hóa trị $\xrightarrow[\text{lai hóa}]{\text{Cấu hình}}$ sp
$AlCl_3$ có $\Delta\chi = 1,5$ ——————— ——— sp^2
PCl_5 có $\Delta\chi = 0,9$ ——————— ——— sp^3d^1
SF_6 có $\Delta\chi = 1,4$ ——————— ——— sp^3d^2

13. a) Nguyên tố R : Na
X : Cl.

• Hợp chất và các loại liên kết : NaCl, liên kết ion.

b) Xác định nguyên tố A

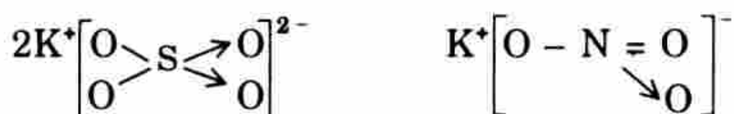
A có thể là : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ → Số thứ tự 19 : K
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3d^5\ 4s^1$ → ——— 24 : Cr
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3d^{10} 4s^1$ → ——— 29 : Cu

Công thức hợp chất giữa A, X

KCl, $CrCl_3$, CuCl, $CuCl_2$.

14. Chiều tăng dần sự liên kết : d) N_2, NH_3, CaO
(Dựa vào độ âm điện, ta có kết luận trên).

15. Trong các hợp chất trên chỉ có K_2SO_4, KNO_3 mỗi chất chứa cả 3 loại liên kết:



16. Ancol là những hợp chất hữu cơ có một hay nhiều nhóm OH nối gốc hidrocacbon.

Thứ tự tăng nhiệt độ sôi

$$C_2H_5NH_2 < C_2H_5OH < CH_3COOH$$

Cả 3 chất đều có liên kết hiđro giữa các phân tử trong mỗi chất và độ bền tăng dần (M của 3 chất gần bằng nhau)

17. Vì nhiệt độ sôi của các chất hữu cơ phụ thuộc vào khối lượng phân tử và liên kết giữa các phân tử.

CH_3COOH: (60 đvC) có liên kết hiđro
$HCOOCH_3$: (60 đvC) không có liên kết hiđro
C_2H_5COOH: (74 đvC) có liên kết hiđro
CH_3COOCH_3: (74 đvC) không có liên kết hiđro
C_3H_7OH: (60 đvC) có liên kết hiđro

Vậy nhiệt độ sôi tăng dần

$$HCOOCH_3 < CH_3COOCH_3 < C_3H_7OH < CH_3COOH < C_2H_5COOH$$

18. Liên kết "cho – nhận" là loại liên kết cộng hóa trị được hình thành do cặp electron tự do của 1 nguyên tử và ô lượng tử trống của nguyên tử thứ hai. Nguyên tử có cặp electron tự do gọi là chất "cho" nguyên tử có ô lượng tử trống gọi là chất "nhận".

– So sánh

a) Liên kết "cho – nhận" và liên kết cộng hóa trị

+ Giống nhau : Cả hai nguyên tử liên kết đều dùng chung electron.

+ Khác nhau : Cặp electron dùng chung ở liên kết "cho – nhận" không phải do góp chung mà do một nguyên tử cung cấp.

b) Liên kết cộng hóa trị và liên kết kim loại

+ Giống nhau : Có sự dùng chung electron hóa trị

+ Khác nhau : Trong liên kết kim loại, electron hóa trị được dùng chung cho cả các ion kim loại trong tinh thể, trong liên kết cộng hóa trị, electron hóa trị chỉ dùng chung cho cả 2 nguyên tử liên kết.

Chương 4

PHẢN ỨNG OXI HÓA – KHỬ

A. Phản ứng oxi hóa - khử

I. Kiến thức cơ bản

1. Phản ứng oxi hóa - khử là gì?

2. Số oxi hóa

II. Quan hệ giữa số oxi hóa và hóa trị của nguyên tố

III. Sự oxi hóa và sự khử

IV. Chất oxi hóa, chất khử

B. Viết phương trình của phản ứng oxi hóa - khử

- **Các phương pháp cân bằng phản ứng oxi hóa - khử**

C. Điều kiện để phản ứng oxi hóa - khử xảy ra

- **Bài tập mẫu theo các chủ đề**
  - **Dãy điện hóa của kim loại**
  - **Phản ứng có chất hóa học là tổ hợp hai chất khử**
  - **Phản ứng oxi hóa - khử có hệ số bằng chữ**
  - **Phản ứng có nguyên tố tăng hay giảm số oxi hóa ở nhiều mức**
  - **Phản ứng không xác định rõ môi trường**
  - **Cân bằng phản ứng oxi hóa - khử trong hợp chất hữu cơ**
  - **Hoàn thành phương trình phản ứng**
- **Bài tập tự giải**
- **Đáp số và hướng dẫn giải**

A. PHẢN ỨNG OXI HÓA - KHỬ

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Định nghĩa phản ứng oxi hóa - khử.

Là phản ứng trong đó có sự dịch chuyển electron từ nguyên tố này sang nguyên tố khác (có sự biến đổi số oxi hóa của các nguyên tố)

2. Số oxi hóa là gì?

• Để thuận lợi cho việc cân bằng phản ứng oxi hóa - khử người ta dùng khái niệm số oxi hóa (mức oxi hóa)

Số oxi hóa của một nguyên tố trong một hợp chất là điện tích của nguyên tử nguyên tố đó trong phân tử, nếu giả thiết liên kết giữa các nguyên tử trong phân tử là liên kết ion.

• Số oxi hóa của các nguyên tố được xác định theo quy tắc sau:

Số oxi hóa của nguyên tố trong đơn chất bằng không

Ví dụ : $\overset{0}{Zn}$, $\overset{0}{H_2}$, $\overset{0}{Cl_2}$, $\overset{0}{O_2}$ ...

- Số oxi hóa của ion đơn nguyên tử bằng điện tích của ion.

Ví dụ: ion Ba^{2+}, số oxi hóa là +2

- Tổng số số oxi hóa của tất cả các nguyên tử trong ion đa nguyên tử bằng điện tích của ion đó.

Ví dụ: Trong NO_3^- thì số oxi hóa của N là +5, oxi là -2.

- Số oxi hóa của hidro bằng +1 (trừ hợp chất với kim loại là -1 như $\overset{+1}{Na}\overset{-1}{H}$...)

- Số oxi hóa của oxi bằng -2 (trừ oxi trong peoxit = -1 như H_2O_2, Na_2O_2... Supeoxit = $-\dfrac{1}{2}$ như KO_2... trong hợp chất với Flo = +2 như F_2O...)

• Tổng đại số các số oxi hóa của các nguyên tố trong phân tử luôn luôn bằng không.

• Liên kết giữa các nguyên tử của cùng một nguyên tố không tính số oxi hóa, nghĩa là bằng không như - C - C - ...

LUYỆN TẬP

1. Xác định số oxi hóa của N trong ion NO_3^-

Hướng dẫn giải

$\overset{x}{N}\overset{-2}{O_3^-}$ $\qquad x + (-2 \times 3) = -1 \rightarrow x = +5$

2. Xác định số oxi hóa của N trong NH_4NO_3

Hướng dẫn giải

• Số oxi hóa của N trong ion NO_3^- là +5.

• Số oxi hóa của N trong ion NH_4^+ là:

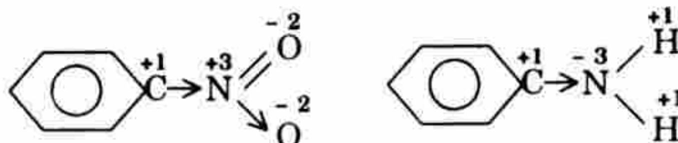
$\overset{x}{N}\overset{+1}{H_4}{}^+$ $\quad x + (+1 \times 4) = +1 \rightarrow x = -3.$

3. Xác định số oxi hóa của S trong FeS_2.

Hướng dẫn giải

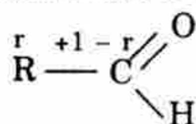
$\overset{+2}{Fe}\overset{x}{S_2}$ $\quad (+2) + 2x = 0 \rightarrow x = -1.$

4. Xác định số oxi hóa của N trong: $C_6H_5NO_2$; $C_6H_5NH_2$



(Độ âm điện của N > C)

5. Xác định số oxi hóa của C trong RCHO là: +1 – (r)



Lưu ý : Ngoài ra còn có thể tính số oxi hóa của nguyên tố cacbon trong hợp chất hữu cơ như sau:

• Cộng hóa trị của C trong hợp chất hữu cơ đều bằng 4, nhưng số oxi hóa của C còn tùy thuộc nguyên tố liên kết với nó, nếu liên kết với nguyên tử phi kim (O, N, Cl...) thì số oxi hóa của C là dương (+) còn nếu liên kết với nguyên tử có tính kim loại (Mg, H...) thì số oxi hóa của C sẽ là âm (–)

Cách xác định số oxi hóa của C: có hai cách xác định.

– Xác định theo công thức phân tử như trong hợp chất vô cơ, xác định được số oxi hóa trung bình của C hoặc $\sum$soh của C (Tổng số số oxi hóa).

– Xác định số oxi hóa của từng nguyên tử C, dựa vào công thức cấu tạo.

6. Trường hợp chất hữu cơ có một nguyên tử C

a) CH_4 : Số oxi hóa của C = – 4

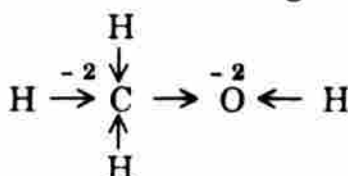
b) CH_3OH

– Xác định số oxi hóa của C theo công thức phân tử như trong hợp chất vô cơ:

$\overset{x}{C}\overset{+1}{H_4}\overset{-2}{O}$ $\quad x + (+1 \times 4) - 2 = 0$

$x = -2$

– Xác định số oxihóa của C theo công thức cấu tạo:



Số oxihóa của C là –2.

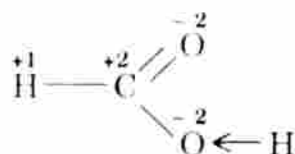
c) HCOOH

Xác định số oxi hóa của C theo công thức phân tử như trong hợp chất vô cơ:

$\overset{x}{C}\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O_2}$ $x + (+1 \times 2) + (-2 \times 2) = 0$

$x = +2$

Xác định số oxi hóa của C theo công thức cấu tạo:



Số oxi hóa của C là : +2

7. Trường hợp trong hợp chất hữu cơ có nhiều nguyên tử C

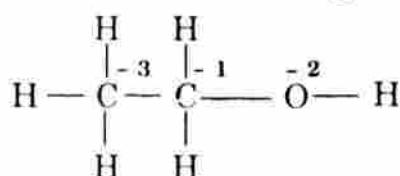
a) $CH_3 - CH_2 - OH$

– Xác định số oxi hóa trung bình của C theo công thức phân tử như trong hợp chất vô cơ:

$\overset{x}{C_2}\overset{+1}{H_6}\overset{-2}{O}$ $2x + (+1 \times 6) + (-2) = 0 \rightarrow x = -2$

hoặc $\sum$ soh C = –4; $(\overset{-4}{C_2})H_6O$

– Xác định số oxi hóa của C theo công thức cấu tạo:



Số oxi hóa của $C_{(CH_3-)} = -3$

Số oxi hóa của $C_{(-CH_2-OH)} = -1$

$\sum$ soh của C = –4

Số oxi hóa C = –2 ($\overline{C}$ là số oxi hóa trung bình của C)

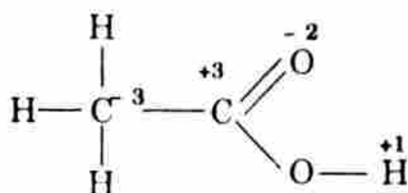
b) CH_3COOH

– Xác định số oxi hóa trung bình của C theo công thức phân tử như trong hợp chất vô cơ:

$\overset{x}{C_2}\overset{+1}{H_4}\overset{-2}{O_2}$ $2x + (+1 \times 4) + (-2 \times 2) = 0 \rightarrow x = 0$

hoặc $\sum$ soh của C = 0; $(\overset{0}{C_2})H_4O_2$

– Xác định số oxi hóa của C theo công thức cấu tạo:



$$\text{Số oxi hóa của } C_{(CH_3-)} = -3$$

$$\text{Số oxi hóa của } C_{(-COOH)} = +3$$

$$\sum \text{soh của C} = 0$$

$$\text{soh của } \overline{C} = 0$$

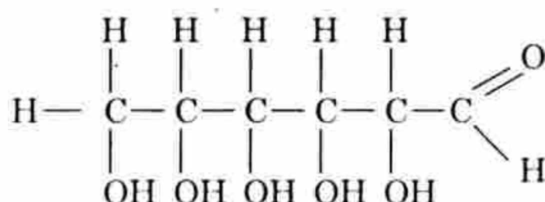
c) $C_6H_{12}O_6$

– Xác định số oxi hóa trung bình của C theo công thức phân tử như trong hợp chất vô cơ:

$\overset{x}{C}_6\overset{+1}{H}_{12}\overset{-2}{O}_6$ $\quad 6x + [12 \times (+1)] + [6 \times (-2)] = 0$

$$x = 0$$

hoặc $\sum$ soh của C = 0; $(\overset{0}{C_6})H_{12}O_6$



$$\text{Số oxi hóa của } C_{(CH_2OH-)} = -1$$

$$\text{Số oxi hóa của } C_{(-CH-OH)} = 0 \times 4$$

$$\text{Số oxi hóa của } C_{(-CHO)} = +1$$

$$\sum \text{soh của C} = 0$$

$$\text{Số oxi hóa } \overline{C} = 0.$$

• Khi biểu diễn số oxi hóa thì dấu (+) và dấu (–) đặt trước số trị, khác với khi nói đến điện tích ion, ví dụ : ion Ca^{2+}, Br^-...

Số oxi hóa được ghi trên kí hiệu của nguyên tố, ví dụ $\overset{+3}{Al}\overset{-1}{Cl_3}$

II. QUAN HỆ GIỮA SỐ OXI HÓA VÀ HÓA TRỊ CỦA NGUYÊN TỐ

Như đã biết một số nguyên tố có nhiều hóa trị khác nhau, vậy số oxi hóa và hóa trị của nguyên tố có liên quan gì với nhau hay không ?

• Hóa trị gắn liền với liên kết hóa học. Số oxi hóa gắn liền với sự dịch chuyển electron nên nhiều khi số oxi hóa không trùng với hóa trị.

Ví dụ: $\overset{-2}{C}\overset{+1}{H_3}\overset{-1}{Cl}$

C có hóa trị 4 nhưng số oxi hóa là –2

– Cl có hóa trị 1 trong Cl_2 (Cl–Cl) nhưng số oxi hóa bằng 0

– N có hóa trị 3 trong N_2 (N≡N) nhưng số oxi hóa bằng 0

– Fe có hóa trị 2 và 3 trong Fe_3O_4 nhưng số oxi hóa trung bình của Fe = $\frac{+8}{3}$

– C trong hợp chất hữu cơ đều có hóa trị 4 nhưng số oxi hóa bằng –4

trong CH_4, $\frac{-8}{3}$ trong C_3H_8, 1 trong C_2H_2, 0 trong CH_2O

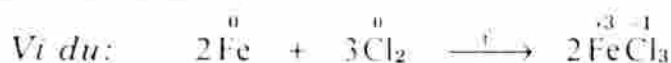
• Trong nhiều trường hợp, đặc biệt là các hợp chất của kim loại, giá trị tuyệt đối của số oxi hóa và hóa trị thường trùng nhau.

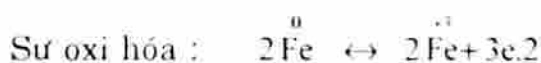
Ví dụ : Các kim loại kiềm có hóa trị 1, đồng thời có số oxi hóa +1, sắt có hóa trị 2 và 3 đồng thời có số oxi hóa +2 và +3.

III. SỰ OXI HÓA VÀ SỰ KHỬ

a) Sự oxi hóa một chất là làm cho chất đó nhường electron hay làm tăng số oxi hóa của chất đó.

b) Sự khử một chất là làm cho chất đó nhận electron hay làm giảm số oxi hóa của chất đó.





IV. CHẤT OXI HÓA, CHẤT KHỬ

Chất oxi hóa là chất nhận electron, hay là chất có số oxi hóa giảm sau phản ứng. Chất oxi hóa còn được gọi là chất bị khử.

Chất khử là chất nhường electron, hay là chất có số oxi hóa tăng sau phản ứng. Chất khử còn gọi là chất bị oxi hóa.

1. Đơn chất có thể là chất oxi hóa, có thể là chất khử.

a) Chất oxi hóa có thể là đơn chất, mà nguyên tử trung hòa của nó nhận electron thành ion tích điện âm và có cấu trúc electron của khí trơ gần nhất. Các nguyên tử trung hòa của những nguyên tố ngoài cùng 7(s^2p^5); 6(s^2p^4); 5(s^2p^3) và 4(s^2p^2) electron. Chất oxi hóa mạnh nhất là các halogen và oxi ở dạng nguyên tử.

Trong các phân nhóm chính IV, V, VI và VII tính oxi hóa giảm theo sự tăng bán kính nguyên tử.

b) Chất khử điển hình là những nguyên tố có số electron ở lớp ngoài cùng chứa từ một đến ba electron. Các chất khử này là kim loại, nghĩa là các nguyên tố s, d và f.

Chất khử mạnh là những nguyên tử có năng lượng ion hóa bé, trong đó gồm các nguyên tử của những nguyên tố ở hai phân nhóm chính kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ. Trong các phân nhóm chính của hệ thống tuần hoàn, khả năng khử của các kim loại tăng theo sự tăng của bán kính nguyên tử. Chẳng hạn như trong phân nhóm chính nhóm I của hệ thống tuần hoàn các nguyên tố của Đ.I.Menđeleev, chất khử yếu là Li, chất khử mạnh là Fr.

Các phi kim cũng thể hiện tính khử như hiđro, cacbon (thuộc về các nguyên tố s và p)

Tóm tắt trong bảng sau:

Nhóm / Chu kì	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
2							
3							
4							
5							
6							

Tính oxi hóa tăng
(Tính phi kim tăng)
OXI HÓA MẠNH
Tính khử tăng
Tính oxihóa tăng
Tính khử tăng
(Tính kim loại tăng)
KHỬ MẠNH

2. Các oxiaxit và các muối của chúng có thể là chất oxi hóa, có thể là chất khử.

a) Chất oxi hóa là các oxiaxit có số oxi hóa cao nhất và các muối của chúng. Trong thành phần của chất oxi hóa thường có các nguyên tử của nguyên tố ở mức oxi hóa cao.

Ví dụ : $K\overset{+7}{Mn}O_4$, $K\overset{+6}{Cr_2}O_7$, $H_2\overset{+6}{S}O_4$, $H\overset{+5}{N}O_3$, $H\overset{+5}{Cl}O_3$, $H\overset{+5}{Br}O_3$, ...

Axit nitơric (khi tác dụng với tư cách là chất oxi hóa) phụ thuộc vào nồng độ và độ hoạt động của chất khử có thể cho:

NO_2, NO, N_2O, N_2, NH_4NO_3.

Các hợp chất halogen chứa oxi có thể biểu diễn tính oxi hóa như sau :

Gia tăng tính oxi hóa ←

+1	+3	+5	+7
$HClO$	$HClO_2$	$HClO_3$	$HClO_4$
Axit hipoclorơ	clorơ	cloric	pecloric
$HBrO$	_	$HBrO_3$	_
HIO	_		HIO_3, HIO_4, H_5IO_6

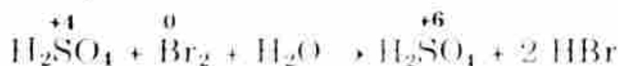
→ Gia tăng tính axit

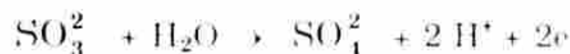
Trong dãy HClO – HBrO – HIO tính oxi hóa và độ bền giảm dần.

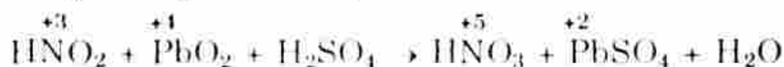
b) Chất khử là các oxiaxit có số oxi hóa thấp và các muối của chúng. Các phân tử của các chất khử này chứa một hoặc một số nguyên tử của nguyên tố ở một trong số các trạng thái oxi hóa thấp của nó. Khi tương tác

với các chất oxi hóa các nguyên tử này nhường electron, tạo thành các hợp chất ứng với trạng thái số oxi hóa dương (có thể số oxi hóa dương cực đại) của nguyên tố này.

Ví dụ:







3. Ion kim loại tích điện dương có thể là chất oxi hóa, có thể là chất khử

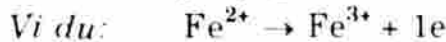
a) Chất oxi hóa là các ion kim loại tích điện dương ở số oxi hóa cao nhất.

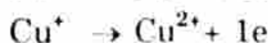
Các ion kim loại tích điện dương đều thể hiện ở mức độ nào đấy tính oxihóa. Trong số chúng, chất oxi hóa mạnh hơn là các ion tích điện dương ở số oxi hóa cao.

Ví dụ: Fe^{3+}; Cu^{2+}; Hg^{2+}.

Cần lưu ý rằng kim loại, khi đóng vai trò chất khử, càng hoạt động mạnh thì ở trạng thái ion đóng vai trò chất oxi hóa càng yếu. Ngược lại, kim loại càng kém hoạt động khi ở trạng thái ion nó là chất oxi hóa càng mạnh.

b) Chất khử là các ion dương kim loại có số oxi hóa thấp, nếu chúng còn có thể có những trạng thái với số oxi hóa cao hơn





4. Chất khử là các ion nguyên tố tích điện âm

Các phi kim, nếu là chất oxi hóa yếu, khi ở trạng thái ion âm nó là chất khử mạnh.

Khả năng khử của các ion tích điện âm có điện tích như nhau tăng lên theo sự tăng của bán kính nguyên tử.

Ví dụ: Trong nhóm halogen, ion I^- có khả năng khử lớn hơn so với ion Br^- và Cl^- còn F^- thì thể hiện tính khử rất yếu.

Ngoài ra tính khử của một số ion nguyên tố tích điện âm còn phụ thuộc vào đặc tính môi trường

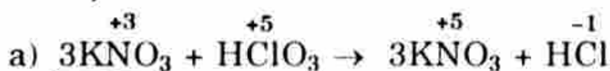
Nhưng trong môi trường OH^- tạo ra hợp chất chứa oxi

Tính khử rõ rệt của H_2S thể hiện chủ yếu trong các môi trường axit, trung tính :

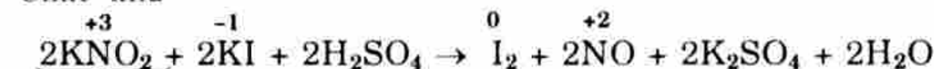
5. Trường hợp một chất vừa có tính oxi hóa, vừa có tính khử

Khi một nguyên tố có trong một hợp chất hoặc đơn chất có số oxi hóa trung gian thì có cả hai tính chất vừa có tính oxi hóa vừa có tính khử.

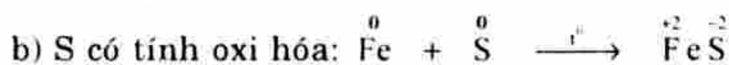
Ví dụ:



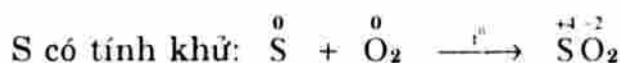
a) $\underbrace{3K\overset{+3}{N}O_2}_{\text{Chất khử}} + HCl\overset{+5}{O}_3 \rightarrow 3K\overset{+5}{N}O_3 + H\overset{-1}{Cl}$



$\underbrace{2K\overset{+3}{N}O_2}_{\text{Chất oxi hóa}} + 2K\overset{-1}{I} + 2H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{I_2} + 2\overset{+2}{N}O + 2K_2SO_4 + 2H_2O$

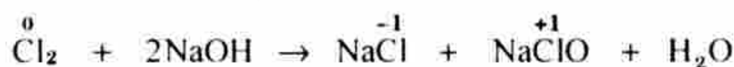


b) S có tính oxi hóa: $\overset{0}{Fe} + \overset{0}{S} \xrightarrow{t^o} \overset{+2}{Fe}\overset{-2}{S}$

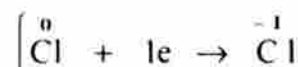


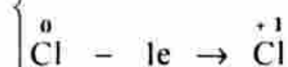
S có tính khử: $\overset{0}{S} + \overset{0}{O_2} \xrightarrow{t^o} \overset{+4}{S}\overset{-2}{O_2}$

c) Trong một phản ứng một nguyên tố vừa có tính oxi hóa, vừa có tính khử: Cl vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.



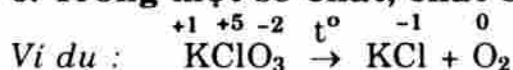
$\overset{0}{Cl_2} + 2NaOH \rightarrow Na\overset{-1}{Cl} + Na\overset{+1}{Cl}O + H_2O$





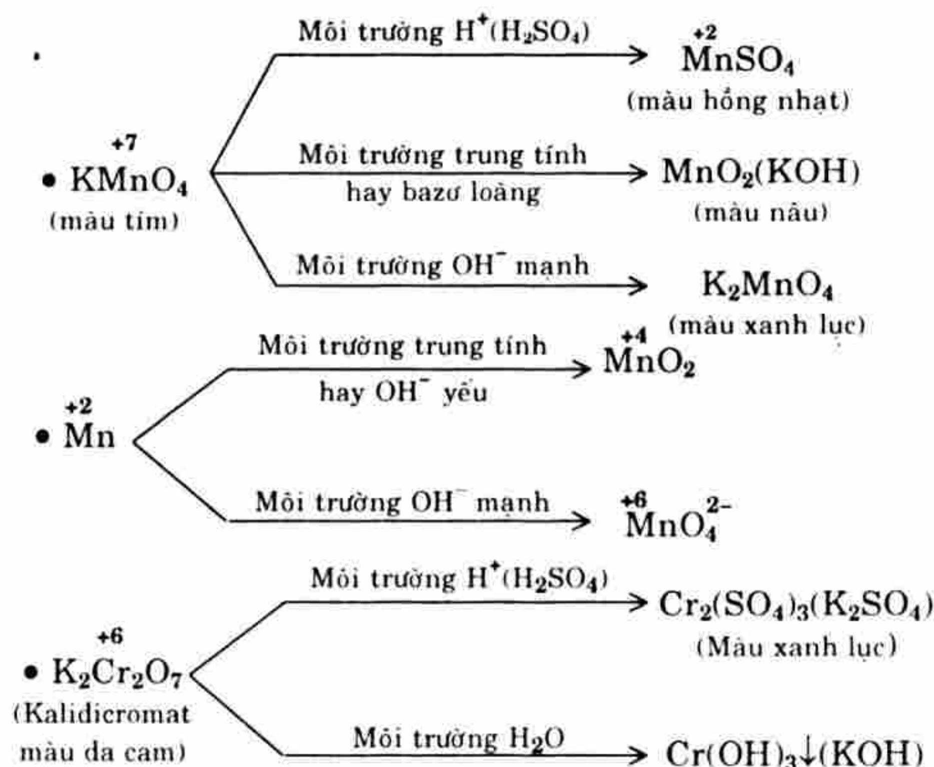
$\begin{cases} \overset{0}{Cl} + 1e \rightarrow \overset{-1}{Cl} \\ \overset{0}{Cl} - 1e \rightarrow \overset{+1}{Cl} \end{cases}$

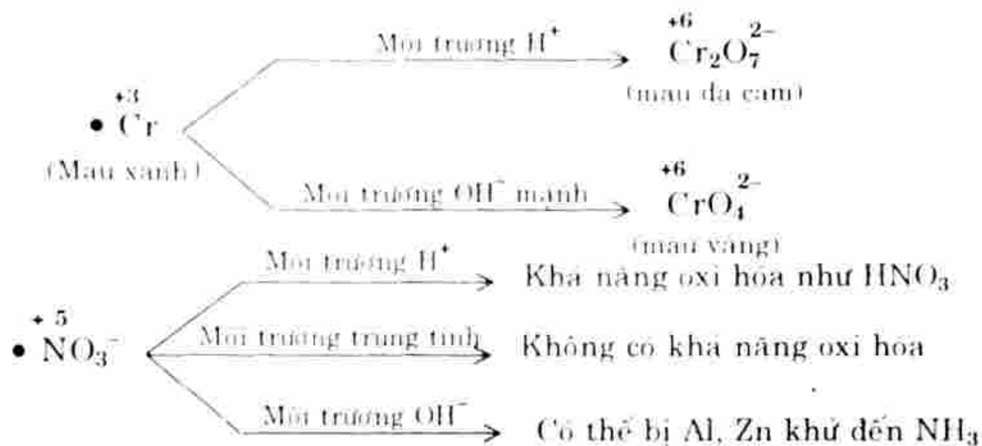
6. Trong một số chất, chất oxi hóa và chất khử trong nội phân tử



Ví dụ : $\overset{+1}{K}\overset{+5}{Cl}\overset{-2}{O_3} \xrightarrow{t^o} K\overset{-1}{Cl} + \overset{0}{O_2}$

7. Trong một số chất, chất oxi hóa và chất khử còn phụ thuộc vào môi trường tiến hành phản ứng





BÀI TẬP

1. Xác định số oxi hóa của clo trong: Cl_2, HCl, $FeCl_3$, HClO, ClO_3, Cl_2O, Cl_2O_7, $CaCl_2$, $CaOCl_2$ (Cl–Ca–O–Cl), $KClO_3$, $HClO_4$.

2. Xác định số oxi hóa của các nguyên tố trong các phân tử và ion: Fe_3O_4, H_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, K_2MnO_4, MnO_4^-, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, SO_3^{2-}.

3. Xác định số oxi hóa của N trong các phân tử:

NH_3, NO, NO_2, NH_4OH, NH_4NO_3, HNO_3

4. Viết công thức phân tử của những chất trong đó S lần lượt có số oxi hóa –2, –1, 0, +2, +4, +6.

5. Xác định số oxi hóa của Mn trong các phân tử sau:

MnO_2, $MnCl_2$, $KMnO_4$, K_2MnO_4, MnS, $MnSO_4$

6. Hãy cho nhận xét về số oxi hóa dương tối đa của nguyên tố với số electron hóa trị của nguyên tố đó.

7. Xác định số oxi hóa của nguyên tố C trong các hợp chất sau:

C_xH_yO, $C_nH_{2n+1}OH$.

B. VIẾT PHƯƠNG TRÌNH CỦA PHẢN ỨNG OXI HÓA - KHỬ

Có nhiều phương pháp viết phương trình của phản ứng oxi hóa – khử, tất cả đều dựa vào nguyên lí bảo toàn khối lượng và bảo toàn điện tích.

I. PHƯƠNG PHÁP ĐẠI SỐ

Phương pháp này áp dụng cho tất cả các loại phản ứng hóa học

1. Nguyên tắc

– Dựa vào số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế phải bằng nhau.

– Đặt ẩn số là các hệ số hợp thức. Dùng định luật bảo toàn khối lượng để cân bằng nguyên tố và lập phương trình đại số.

– Chọn nghiệm tùy ý cho một ẩn, rồi dùng hệ phương trình đại số để suy ra các ẩn số còn lại.

Ví dụ : $aFeS_2 + bO_2 \rightarrow cFe_2O_3 + dSO_2$

Ta có : Fe : a = 2c

S : 2a = d

O : 2b = 3c + 2d

Chọn c = 1 thì a = 2, d = 4, b = $\frac{11}{2}$, sau đó nhân cả hai vế với 2, ta có phương trình

$$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

2. Bản chất của phương pháp đại số: Phương pháp này không cho thấy bản chất của phản ứng oxi hóa – khử, không thể xác định chất oxihóa, chất khử và trong một số trường hợp không xác định được các hệ số.

Ngoài phương pháp đại số còn có hai phương pháp phổ biến:

– Phương pháp cân bằng electron

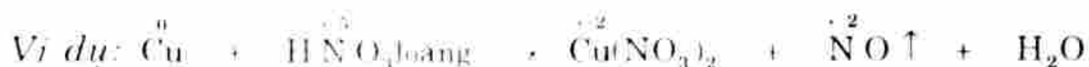
– Phương pháp ion – electron

Không nên cho rằng phương pháp nào ưu việt hơn phương pháp nào. Khi viết phương trình phản ứng oxi hóa – khử diễn ra trong dung dịch nước, do phản ứng giữa các chất oxi hóa, chất khử là chất điện li thành các ion thì có thể dùng phương pháp ion – electron. Trong khi đó phương pháp cân bằng electron có tính khái quát và dùng được cho mọi trường hợp.

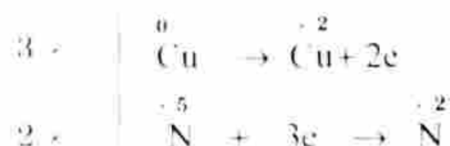
II. PHƯƠNG PHÁP CÂN BẰNG ELECTRON

Phương pháp này dựa vào sự bảo toàn electron nghĩa là tổng số electron của chất khử cho phải bằng tổng số electron chất oxi hóa nhận. Cân bằng theo 5 bước:

Các bước	**Cách tiến hành**
1	Viết sơ đồ phản ứng với các chất tham gia xác định nguyên tố có số oxi hóa thay đổi
2	Viết các phương trình: • Khử (Cho electron) • Oxi hóa (nhận electron)
3	Cân bằng electron: Nhân hệ số để: Tổng số electron cho = Tổng số electron nhận (hay $\sum$ soh tăng = $\sum$ soh giảm) (soh: số oxi hóa)
4	Cân bằng nguyên tố: nói chung theo thứ tự: 1. Kim loại (ion dương) 2. Gốc axit (ion âm) 3. Môi trường (Axit, Bazơ) 4. Nước (Cân bằng H_2O là để cân bằng hiđro)
5	Kiểm soát số nguyên tử oxi ở hai vế (phải bằng nhau)



Ví dụ: $\overset{0}{Cu} + H\overset{+5}{N}O_3$loãng $\rightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + \overset{+2}{N}O\uparrow + H_2O$



$3\times \mid \overset{0}{Cu} \rightarrow \overset{+2}{Cu} + 2e$

$2\times \mid \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N}$

$3Cu + 2HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + H_2O$

Sau đó thêm 6 gốc NO_3^- (trong đó N không thay đổi số oxi hóa) nghĩa là tất cả có $8HNO_3$.

Cuối cùng ta có : $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

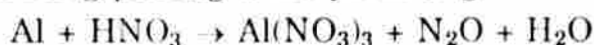
II. PHƯƠNG PHÁP CÂN BẰNG ION – ELECTRON

Phương pháp này không đòi hỏi phải biết chính xác số oxi hóa của nguyên tố, nhưng chỉ áp dụng được cho trường hợp các phản ứng oxi hóa – khử xảy ra trong dung dịch, ở đó phần lớn các chất oxi hóa và chất khử tồn tại ở dạng ion.

Cân bằng theo 5 bước :

Các bước	Cách tiến hành
1	Tách ion, xác định các nguyên tố có số oxi hóa thay đổi và viết các nửa phản ứng oxi hóa và khử
2	Cân bằng các nửa phản ứng: + Cân bằng số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế của nửa phản ứng: – Thêm H^+ hay OH^- – Thêm H_2O để cân bằng số nguyên tử hiđro – Kiểm soát số nguyên tử oxi ở hai vế (phải bằng nhau) + Cân bằng điện tích: thêm electron vào mỗi nửa phản ứng để cân bằng điện tích
3	Cân bằng electron: Nhân hệ số để: $\sum$ electron cho = $\sum$ electron nhận (hay $\sum$ sohtăng = $\sum$ sohgiảm)
4	Cộng các nửa phản ứng, ta có phương trình ion thu gọn
5	Để chuyển phương trình dạng ion thu gọn thành phương trình ion đầy đủ và phương trình phân tử cần cộng vào hai vế những lượng như nhau các cation hoặc anion để bù trừ điện tích

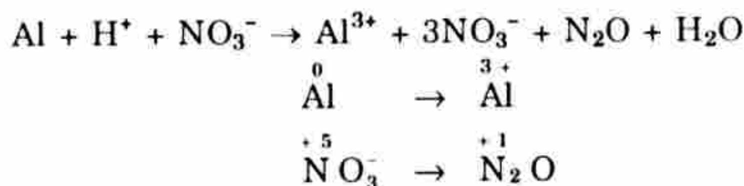
Ví dụ: Cân bằng phương trình phản ứng:



$Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O + H_2O$

Bước 1:

Tách ion, xác định các nguyên tố có số oxi hóa thay đổi và viết các nửa phản ứng oxi hóa khử.



$$Al + H^+ + NO_3^- \rightarrow Al^{3+} + 3NO_3^- + N_2O + H_2O$$

$$\overset{0}{Al} \rightarrow \overset{3+}{Al}$$

$$\overset{+5}{N}O_3^- \rightarrow \overset{+1}{N}_2O$$

Bước 2: Cân bằng phương trình các nửa phản ứng:

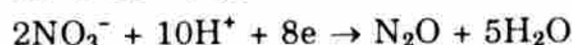
– Cân bằng số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế của nửa phản ứng:

$$Al \rightarrow Al^{3+}$$

$$2NO_3^- + 10H^+ \rightarrow N_2O + 5H_2O$$

– Cân bằng điện tích

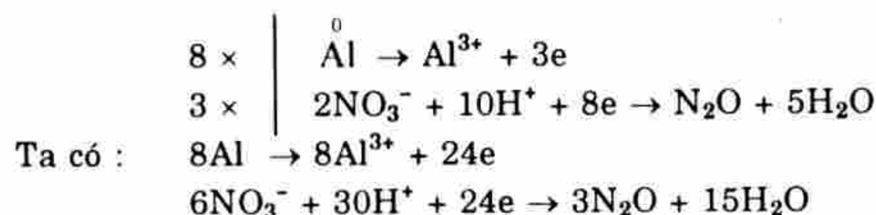
$$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$$



$$2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$$

Bước 3:

Cân bằng electron

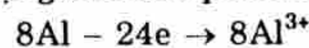


$$8 \times \left| \begin{array}{l} \overset{0}{Al} \rightarrow Al^{3+} + 3e \\ 2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O \end{array} \right.$$
$$3 \times$$

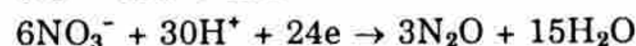
Ta có : $8Al \rightarrow 8Al^{3+} + 24e$

$$6NO_3^- + 30H^+ + 24e \rightarrow 3N_2O + 15H_2O$$

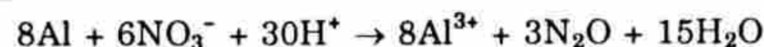
Bước 4: Cộng các nửa phản ứng ta có phương trình ion thu gọn:



$$8Al - 24e \rightarrow 8Al^{3+}$$



$$6NO_3^- + 30H^+ + 24e \rightarrow 3N_2O + 15H_2O$$

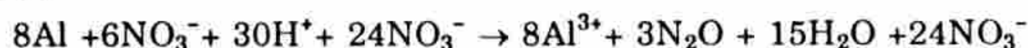


$$8Al + 6NO_3^- + 30H^+ \rightarrow 8Al^{3+} + 3N_2O + 15H_2O$$

Bước 5: Để chuyển phương trình dạng ion thu gọn thành phương trình ion đầy đủ và phương trình phân tử cần cộng vào hai vế những lượng như nhau các cation hoặc anion để bù trừ điện tích.

Phương trình trên phải cộng cả hai vế với $24NO_3^-$

Ta có:



$$8Al + 6NO_3^- + 30H^+ + 24NO_3^- \rightarrow 8Al^{3+} + 3N_2O + 15H_2O + 24NO_3^-$$

$$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$$

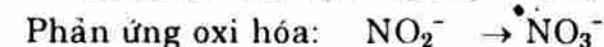
Trong các phản ứng oxi hóa – khử, thường có sự tham gia của môi trường, tùy thuộc vào môi trường, khả năng phản ứng của một chất có thể thay đổi.

a) Phản ứng có axit tham gia

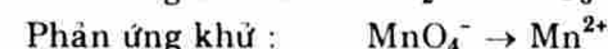
Vế nào thừa oxi thì thêm H^+ tạo ra H_2O hay vế nào thiếu oxi thì thêm H_2O tạo ra H^+

Ví dụ:

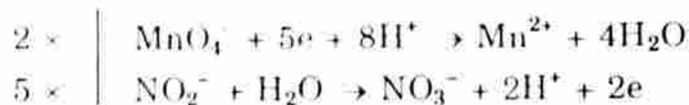
$$KMnO_4 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$$



Phản ứng oxi hóa: $NO_2^- \rightarrow NO_3^-$



Phản ứng khử : $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$



$$\begin{array}{l|l} 2\times & MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \\ 5\times & NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e \end{array}$$

$$2MnO_4^- + 5NO_2^- + 16H^+ + 5H_2O \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5NO_3^- + 10H^+$$

Giản ước H^+ và H_2O ở hai vế ta có

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5NO_2^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 3H_2O + 5NO_3^-$$

$$2KMnO_4 + 5KNO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5KNO_3 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

b) Phản ứng có kiềm tham gia

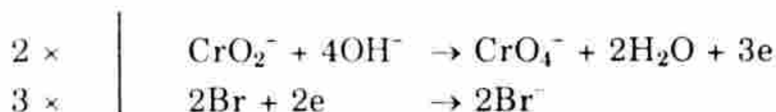
• Vế nào thừa oxi thì thêm H_2O tạo ra OH^- hay vế nào thiếu oxi thì thêm OH^- tạo ra H_2O.

Ví dụ:

$$NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$$

Phản ứng khử : $2Br + 2e \rightarrow 2Br^-$

Phản ứng oxihóa : $CrO_2^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 3e$



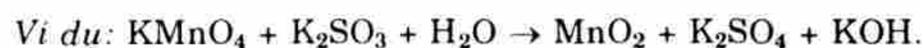
$$\begin{array}{l|l} 2\times & CrO_2^- + 4OH^- \rightarrow CrO_4^- + 2H_2O + 3e \\ 3\times & 2Br + 2e \rightarrow 2Br^- \end{array}$$

$$2CrO_2^- + 8OH^- + 3Br_2 \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 6Br^- + 4H_2O$$

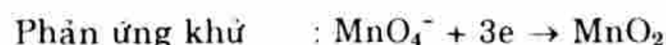
$$2NaCrO_2 + 8NaOH + 3Br_2 \rightarrow Na_2CrO_4 + 6NaBr + 4H_2O$$

c) Phản ứng có nước tham gia

Nếu sản phẩm sau phản ứng có axit tạo thành, ta cân bằng theo phản ứng có axit tham gia, nếu sản phẩm sau phản ứng có kiềm tạo thành ta cân bằng theo phản ứng có kiềm tham gia.

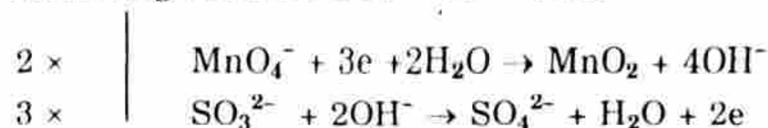


Ví dụ: $KMnO_4 + K_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + KOH$.



Phản ứng khử : $MnO_4^- + 3e \rightarrow MnO_2$

Phản ứng oxi hóa : $SO_3^- - 2e \rightarrow SO_4^{2-}$



$$\begin{array}{l|l} 2\times & MnO_4^- + 3e + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4OH^- \\ 3\times & SO_3^{2-} + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O + 2e \end{array}$$

$$2MnO_4^- + 4H_2O + 3SO_3^{2-} + 6OH^- \rightarrow 2MnO_2 + 8OH^- + 3SO_4^{2-} + 3H_2O$$

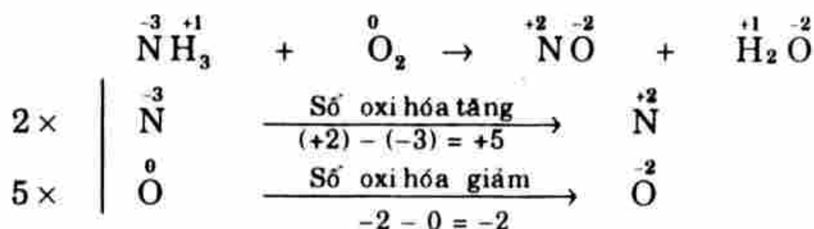
Giản ước H_2O và OH^- ta có:

$$2KMnO_4 + 3K_2SO_3 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 3K_2SO_4 + 2KOH$$

IV. PHƯƠNG PHÁP CÂN BẰNG SỐ OXIHÓA

Phương pháp này tương tự như phương pháp cân bằng electron. Phương pháp này dựa trên nguyên tắc là tổng đại số các sự tăng và sự giảm số oxi hóa trong một phản ứng oxi hóa – khử bằng 0.

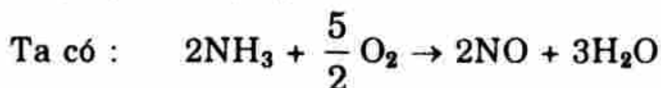
Ví dụ:



$$\overset{-3}{N}\overset{+1}{H_3} + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{+2}{N}\overset{-2}{O} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$$

$$2\times \left| \begin{array}{l} \overset{-3}{N} \xrightarrow[(+2)-(-3)=+5]{\text{Số oxi hóa tăng}} \overset{+2}{N} \\ \overset{0}{O} \xrightarrow[-2-0=-2]{\text{Số oxi hóa giảm}} \overset{-2}{O} \end{array} \right. \quad 5\times$$

Vì $(+5) \times 2 + (-2) \times 5 = 0$.



Ta có : $2NH_3 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2NO + 3H_2O$

Phương pháp này đặc biệt có ý nghĩa khi cân bằng các phương trình phản ứng oxi hóa – khử có liên quan đến chất hữu cơ vì trong những trường hợp này nhiều khi chỉ có sự thay đổi mật độ electron biểu hiện bằng sự thay đổi số oxi hóa còn trên thực tế chưa có được sự cho hẳn hoặc nhường hẳn electron.

C. ĐIỀU KIỆN ĐỂ PHẢN ỨNG OXI HÓA – KHỬ XẢY RA

Để biết một số phản ứng oxi hóa – khử có thực hiện được hay không, ta cần có một bảng xếp hạng các chất oxi hóa và các chất khử.

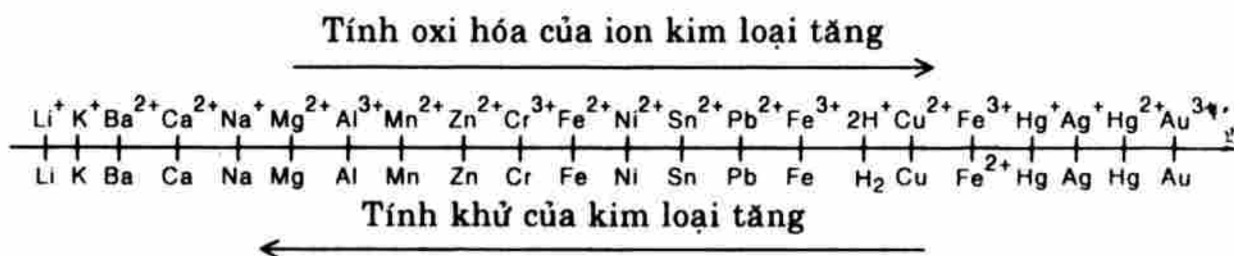
I. CẶP OXI HÓA - KHỬ

Mỗi chất oxi hóa và chất khử của cùng một nguyên tố kim loại tạo nên cặp oxi hóa – khử.

Ví dụ : Fe^{2+}/Fe; Fe^{3+}/Fe^{2+}; Cu^{2+}/Cu.

Để xác định độ mạnh tương đối của các cặp này, người ta dựa vào dãy điện hóa của kim loại, dãy điện hóa này sắp xếp theo chiều tăng tính oxi hóa của các ion kim loại và chiều giảm tính khử của kim loại.

Dưới đây là dãy điện hóa của một số kim loại thông dụng:



II. SO SÁNH TÍNH CHẤT NHỮNG CẶP OXI HÓA – KHỬ

Để so sánh tính chất những cặp oxi hóa - khử ta phải dựa vào dãy điện hóa của kim loại:

Ví dụ: Cặp oxi hóa – khử Mg^{2+}/Mg và Fe^{2+}/Fe.

Mg tác dụng với dung dịch muối Fe^{2+}, ta có phương trình ion rút gọn:

$$Mg + Fe^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Fe.$$

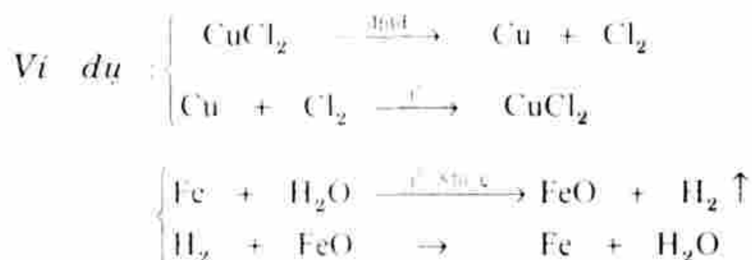
Như vậy Mg^{2+} có tính oxi hóa yếu hơn Fe^{2+}

Mg là kim loại có tính khử mạnh hơn Fe.

III. ĐIỀU KIỆN ĐỂ PHẢN ỨNG OXIHÓA – KHỬ XẢY RA

Tính chất của hầu hết các phản ứng oxi hóa – khử là thuận nghịch. Chiều của phản ứng thay đổi là do điều kiện thí nghiệm.

Ví dụ:



$$\begin{cases} CuCl_2 \xrightarrow{đpdd} Cu + Cl_2 \\ Cu + Cl_2 \xrightarrow{t^o} CuCl_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Fe + H_2O \xrightarrow{t^o\ 570^oC} FeO + H_2\uparrow \\ H_2 + FeO \rightarrow Fe + H_2O \end{cases}$$

Để biết một số phản ứng oxi hóa – khử có thể xảy ra được hay không ta dựa vào sự tạo thành chất oxi hóa; chất khử. Nếu phản ứng tạo thành chất oxi hóa và chất khử yếu hơn, trong điều kiện xét thì phản ứng oxi hóa – khử xảy ra.

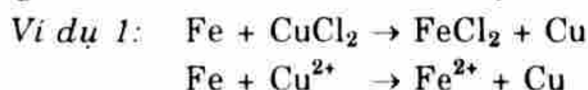
Giả sử có phản ứng:

$$Oxh_{mạnh} + Kh_{mạnh} = Oxh_{yếu} + Kh_{yếu}$$

Trong mỗi phản ứng oxi hóa – khử, ít nhất có hai cặp oxi hóa – khử tham gia (khi viết cặp oxi hóa – khử người ta quy ước viết dưới dạng oxi hóa lên trên, dạng khử xuống dưới)

Để có phản ứng oxi hóa – khử xảy ra, phản ứng xảy ra theo chiều tạo ra những chất oxi hóa và chất khử mới yếu hơn chất oxi hóa và chất khử ban đầu.

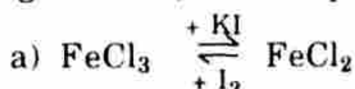
Ví dụ 1:



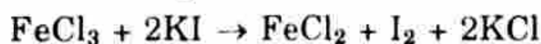
$$Fe + CuCl_2 \rightarrow FeCl_2 + Cu$$
$$Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$$

Phản ứng oxi hóa – khử này xảy ra vì chất khử Fe tạo ra chất khử Cu yếu hơn nó, chất oxi hóa Cu^{2+} tạo ra chất oxi hóa Fe^{2+} yếu hơn nó.

Ví dụ 2: Hãy cho biết quá trình (thuận nghịch) sau đây có xảy ra hay không? Nếu có, viết các phương trình phản ứng và giải thích nguyên nhân.



a) $FeCl_3 \underset{+ I_2}{\overset{+ KI}{\rightleftharpoons}} FeCl_2$

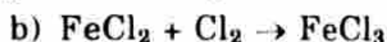


$$FeCl_3 + 2KI \rightarrow FeCl_2 + I_2 + 2KCl$$

Phản ứng oxi hóa – khử xảy ra theo chiều thuận vì: I^- có tính khử mạnh hơn Fe^{2+}, Fe^{3+} có tính oxi hóa mạnh hơn I_2

$$FeCl_3 + 2KI \leftarrow FeCl_2 + I_2 + 2KCl$$

Phản ứng oxi hóa – khử không xảy ra theo chiều nghịch vì I_2 có tính oxi hóa yếu hơn Fe^{3+}, I^- có tính khử mạnh hơn Fe^{2+}



b) $FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow FeCl_3$

Phản ứng oxi hóa – khử xảy ra vì Cl_2 có tính oxi hóa mạnh hơn Fe^{3+}.

Ví dụ 3: Xét phản ứng oxi hóa – khử sau:

$$Br_2 + 2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2Br^-$$

Phản ứng oxi hóa – khử trên không thể xảy ra được vì Cl_2 là chất oxi hóa mạnh hơn Br_2, Br^- có tính khử mạnh hơn Cl^-.

Người ta có thể dựa vào thế điện cực chuẩn để dự đoán chiều phản ứng oxi hóa – khử xảy ra trong dung dịch mà dung môi là nước.

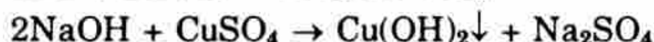
Lưu ý:

1) Các kim loại kiềm (K, Na,...) và một số kim loại kiềm thổ (Ca, Ba,...) mặc dù là những kim loại hoạt động hóa học mạnh, trên nguyên tắc có thể khử các ion kim loại đứng sau, nhưng trên thực tế các ion kim loại kiềm và kiềm thổ nói trên vào dung dịch muối M^{n+} chúng khử nước để tạo thành H_2 và bazơ. Sau đó bazơ sẽ tác dụng với muối của kim loại tạo ra hiđroxit kết tủa.

Ví dụ:

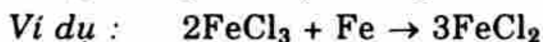
$Na + CuSO_4$

$2Na + 2HOH \rightarrow 2NaOH + H_2$


$2NaOH + CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

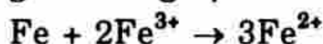
2) Dãy điện hóa của một số kim loại thông dụng nêu trên được xếp theo thứ tự tăng thế điện cực chuẩn của chúng trong dung dịch mà dung môi là nước. Điều đó có nghĩa là thứ tự trong dãy điện hóa sẽ thay đổi nếu ta thay đổi dung môi hoặc nồng độ của ion kim loại trong dung dịch.

3) Trong dãy điện hóa của một số kim loại thông dụng ngoài các cặp M^{n+}/M, còn có thể có những cặp khác như Fe^{3+}/Fe^{2+}, Cu^{2+}/Cu^{+}, ... Tùy vào vị trí tương đối của các cặp này so với cặp M^{n+}/M ta cũng có thể dự đoán một phản ứng có xảy ra hay không.

Ví dụ :  $2FeCl_3 + Fe \rightarrow 3FeCl_2$

Cặp oxi hóa – khử : Fe^{3+}/Fe và Fe^{2+}/Fe

Fe tác dụng với dung dịch muối, ta có phương trình ion rút gọn


$$Fe + 2Fe^{3+} \rightarrow 3Fe^{2+}$$

Như vậy Fe khử được Fe^{3+}

Ion Fe^{3+} là chất oxi hóa yếu hơn ion Fe^{2+}.

BÀI TẬP MẪU

8. Dựa vào dãy điện hóa của các kim loại, hãy cho nhận xét tính chất oxi hóa – khử của các kim loại và ion kim loại.

Giải

Từ dãy điện hóa của các kim loại ta có nhận xét sau :

a) Chỉ những kim loại đầu dãy (kim loại kiềm, kiềm thổ) mới khử H_2O cho H_2 (Mg khử nước nóng cho H_2).

b) Kim loại càng về phía trái thì càng hoạt động (tính khử càng mạnh); các ion kim loại có tính oxi hóa càng yếu.

c) Kim loại đứng trước đẩy kim loại đứng sau ra khỏi dung dịch muối (trừ những kim loại tác dụng với nước).

d) Kim loại đứng bên trái H đẩy được H_2 ra khỏi dung dịch axit không có tính oxi hóa (như HCl, HBr, H_2SO_4 loãng, CH_3COOH,, ...).

9. So sánh tính chất các cặp oxihóa – khử sau :

a) Ni^{2+}/Ni và Fe^{2+}/Fe

b) Sn^{2+}/Sn và Cu^{2+}/Cu

Dẫn ra các phản ứng hóa học để minh họa.

Giải

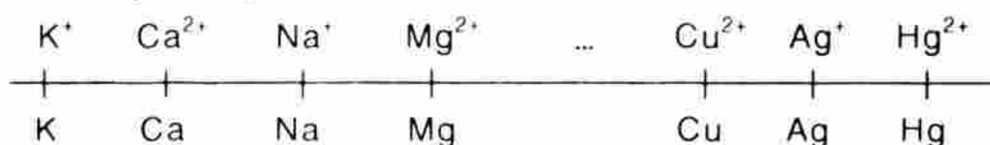
a) Ion Fe^{2+} có tính oxihóa mạnh hơn ion Ni^{2+}, Ni có tính khử mạnh hơn Fe. Theo điều kiện phản ứng, ion Fe^{2+} oxihóa Ni thành Ni^{2+} và nó bị khử thành Fe.

$$Ni + Fe^{2+} \rightarrow Ni^{2+} + Fe$$

b) Ion Cu^{2+} có tính oxi hóa mạnh hơn Sn^{2+}, Sn có tính khử mạnh hơn Cu. Theo điều kiện phản ứng, ion Cu^{2+} oxi hóa Sn thành Sn^{2+} và nó bị khử thành Cu.

$$Sn + Cu^{2+} \rightarrow Sn^{2+} + Cu$$

10. Cho dãy thế điện hóa



a) Có hiện tượng gì xảy ra khi cho Ca vào dung dịch NaOH và dung dịch $MgCl_2$.

b) Có phản ứng gì xảy ra khi cho a (mol) Zn vào dung dịch có chứa b (mol) $AgNO_3$ và c (mol) $Hg(NO_3)_2$?

Giải

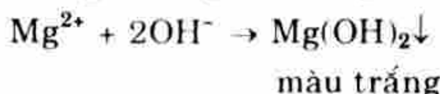
a) Hiện tượng : Khi cho Ca vào dung dịch NaOH có khí bay ra, nếu cho nhiều Ca thì có kết tủa trắng.

– Ca phản ứng với H_2O

$$Ca + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2\downarrow + H_2\uparrow \quad (1)$$

– Nếu lượng Ca cho vào nhiều hoặc nồng độ OH^- (của NaOH) là lớn thì sẽ có kết tủa trắng $Ca(OH)_2$ xuất hiện.

• Khi cho Ca vào dung dịch $MgCl_2$ ta thấy có khí thoát ra và kết tủa trắng tạo thành do: Ca phản ứng với H_2O như phương trình phản ứng (1) sau đó ion OH^- phản ứng với Mg^{2+}có trong dung dịch ban đầu:

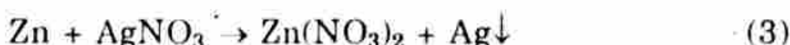


$$Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow$$

màu trắng

b) Theo dãy điện thế hóa đầu bài cho ion Hg^{2+} có tính oxi hóa mạnh hơn ion Ag^+ nên :

$$Zn + Hg(NO_3)_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + Hg\downarrow \quad (2)$$



$$Zn + AgNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + Ag\downarrow \quad (3)$$

Nếu $a \le c$: chỉ có phản ứng (2)

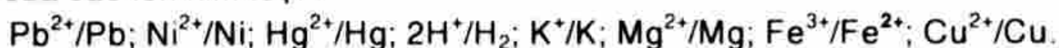
Nếu $a > c$: Có cả 2 phản ứng (2), (3)

Nếu $a = c + 0,5b$: cả 2 phản ứng đều kết thúc

11. Ngâm một lá kẽm vào những dung dịch muối sau, hãy cho biết với muối nào thì có phản ứng : $NiSO_4$, $NaCl$, $MgSO_4$, $CuSO_4$, $AlCl_3$, $CaCl_2$, $Pb(NO_3)_2$

a) Giải thích và viết phương trình phản ứng.

b) Hãy sắp xếp các cặp oxi hóa – khử dưới đây theo thứ tự tăng dần tính oxi hóa của các ion kim loại :



Pb^{2+}/Pb; Ni^{2+}/Ni; Hg^{2+}/Hg; $2H^+/H_2$; K^+/K; Mg^{2+}/Mg; Fe^{3+}/Fe^{2+}; Cu^{2+}/Cu.

Giải

a) Dựa vào điều kiện để phản ứng oxi hóa – khử xảy ra, chỉ có phản ứng của Zn với các dung dịch muối sau :

$NiSO_4$, $CuSO_4$, $Pb(NO_3)_2$ vì tạo thành chất oxi hóa và chất khử mới yếu hơn chất oxi hóa và chất khử ban đầu.

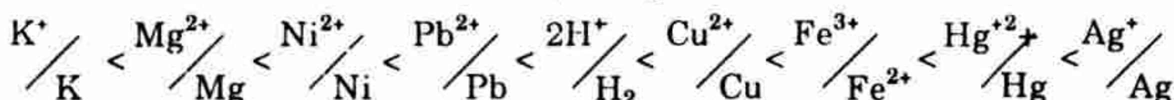
$$Zn + Ni^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Ni$$

$$Zn + Pb^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Pb$$

$$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$$

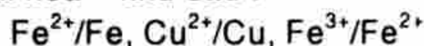
Còn các muối còn lại : $NaCl$, $MgSO_4$, $AlCl_3$, $CaCl_2$ thì không có phản ứng vì không tạo thành chất oxi hóa và chất khử yếu hơn.

b) Tính oxi hóa của các ion kim loại tăng dần



$$K^+/K < Mg^{2+}/Mg < Ni^{2+}/Ni < Pb^{2+}/Pb < 2H^+/H_2 < Cu^{2+}/Cu < Fe^{3+}/Fe^{2+} < Hg^{+2}/Hg < Ag^+/Ag$$

12. Cho các cặp oxi hóa – khử sau :



Fe^{2+}/Fe, Cu^{2+}/Cu, Fe^{3+}/Fe^{2+}

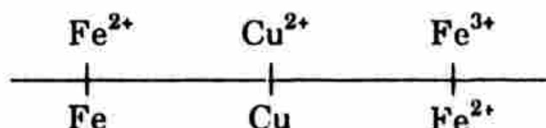
Từ trái sang phải theo dãy trên, tính oxi hóa tăng dần theo thứ tự Fe^{2+}, Cu^{2+}, Fe^{3+}; tính khử giảm dần theo thứ tự Fe, Cu, Fe^{2+}. Hỏi :

a) Fe có khả năng tan được trong dung dịch $FeCl_3$ và trong dung dịch $CaCl_2$?

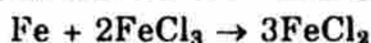
b) Cu có khả năng tan được trong dung dịch $FeCl_3$ và dung dịch $FeCl_2$ hay không?

Giải

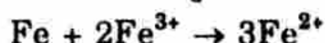
Dựa trên đầu bài đã cho, có dãy điện hóa kim loại và ion kim loại



a) Với cặp Fe^{2+}/Fe và Fe^{3+}/Fe^{2+}. Fe tan được trong dung dịch Fe^{3+} vì: Fe có tính khử mạnh hơn ion Fe^{2+} nên đã khử được ion Fe^{3+} thành ion Fe^{2+}

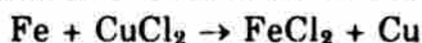


$$Fe + 2FeCl_3 \rightarrow 3FeCl_2$$



$$Fe + 2Fe^{3+} \rightarrow 3Fe^{2+}$$

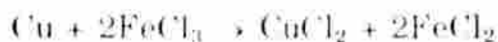
– Với cặp Fe^{2+}/Fe và Cu^{2+}/Cu; Fe tan được trong dung dịch $CuCl_2$ vì: Fe có tính khử mạnh hơn Cu nên đã khử được ion Cu^{2+} thành Cu



$$Fe + CuCl_2 \rightarrow FeCl_2 + Cu$$

$$Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$$

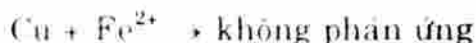
b) Với cặp Cu^{2+}/Cu, Fe^{3+}/Fe^{2+}, Cu tan được trong dung dịch $FeCl_3$ vì: Cu có tính khử mạnh hơn ion Fe^{2+} nên đã khử được ion Fe^{3+} thành ion Fe^{2+}:



$$Cu + 2FeCl_3 \rightarrow CuCl_2 + 2FeCl_2$$

$$Cu + 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$$

Với cặp Cu^{2+}/Cu và Fe^{2+}/Fe, Cu có tính khử yếu hơn Fe nên không khử được ion Fe^{2+} thành Fe.



$$Cu + Fe^{2+} \rightarrow \text{không phản ứng}$$

§4. BÀI TẬP MẪU THEO CÁC CHỦ ĐỀ

Chủ đề 1:

Phản ứng có chất hóa học là tổ hợp của hai chất khử

Phương pháp:

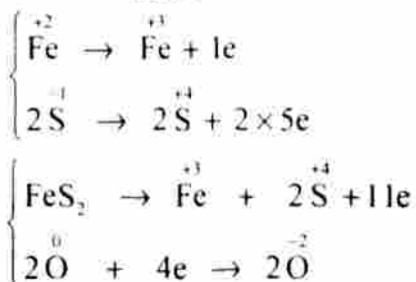
– Viết tất cả phương trình biểu diễn sự thay đổi số oxi hóa của các nguyên tố

– Chú ý sự ràng buộc hệ số ở vế của phản ứng và ràng buộc hệ số trong cùng phân tử.

– Nếu một phân tử có nhiều nguyên tố thay đổi số oxi hóa có thể xét chuyển nhóm hoặc toàn bộ phân tử.

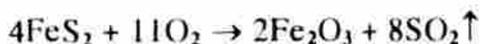
Bài 13: Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:

Giải



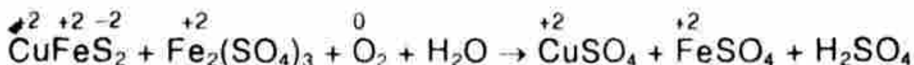
$$\begin{cases} \overset{+2}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 1e \\ 2\overset{-1}{S} \rightarrow 2\overset{+4}{S} + 2\times 5e \end{cases}$$

$$\begin{cases} FeS_2 \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 2\overset{+4}{S} + 11e \\ 2\overset{0}{O} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O} \end{cases}$$



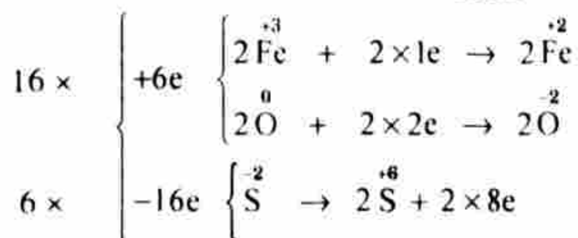
$$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2\uparrow$$

Bài 14: Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:

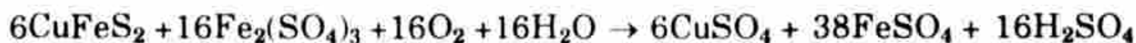


$$\overset{+2\ +2\ -2}{CuFeS_2} + \overset{+2}{Fe_2}(SO_4)_3 + \overset{0}{O_2} + H_2O \rightarrow \overset{+2}{Cu}SO_4 + \overset{+2}{Fe}SO_4 + H_2SO_4$$

Giải



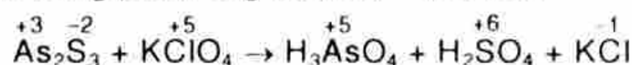
$$\begin{array}{ll} 16\times & +6e \begin{cases} 2\overset{+3}{Fe} + 2\times 1e \rightarrow 2\overset{+2}{Fe} \\ 2\overset{0}{O} + 2\times 2e \rightarrow 2\overset{-2}{O} \end{cases} \\ 6\times & -16e \begin{cases} \overset{-2}{S} \rightarrow 2\overset{+6}{S} + 2\times 8e \end{cases} \end{array}$$



$$6CuFeS_2 + 16Fe_2(SO_4)_3 + 16O_2 + 16H_2O \rightarrow 6CuSO_4 + 38FeSO_4 + 16H_2SO_4$$

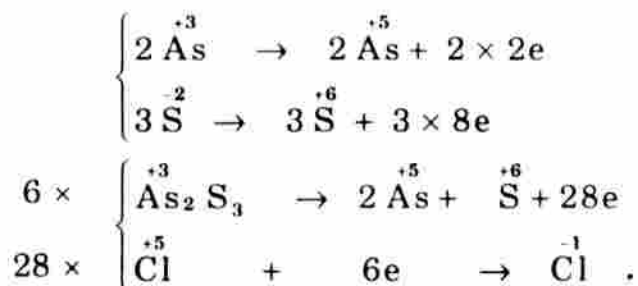
(Có thể tính số oxi hóa các nguyên tố trong hợp chất : $\overset{+1}{Cu}\overset{+3}{Fe}\overset{-2}{S_2}$ kết quả cũng giống như trên).

Bài 15: Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:



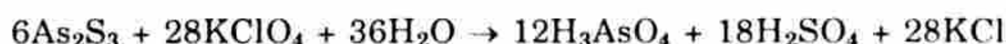
$$\overset{+3}{As_2}\overset{-2}{S_3} + K\overset{+5}{Cl}O_4 \rightarrow H_3\overset{+5}{As}O_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4 + K\overset{-1}{Cl}$$

Giải



$$\begin{cases} 2\overset{+3}{As} \rightarrow 2\overset{+5}{As} + 2 \times 2e \\ 3\overset{-2}{S} \rightarrow 3\overset{+6}{S} + 3 \times 8e \end{cases}$$

$$\begin{matrix} 6 \times \\ 28 \times \end{matrix} \begin{cases} \overset{+3}{As_2}S_3 \rightarrow 2\overset{+5}{As} + \overset{+6}{S} + 28e \\ \overset{+5}{Cl} + 6e \rightarrow \overset{-1}{Cl}\ . \end{cases}$$



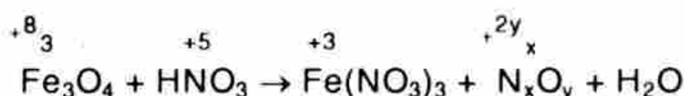
$$6As_2S_3 + 28KClO_4 + 36H_2O \rightarrow 12H_3AsO_4 + 18H_2SO_4 + 28KCl$$

Chủ đề 2: Phản ứng oxi hóa – khử có hệ số bằng chữ

Phương pháp:

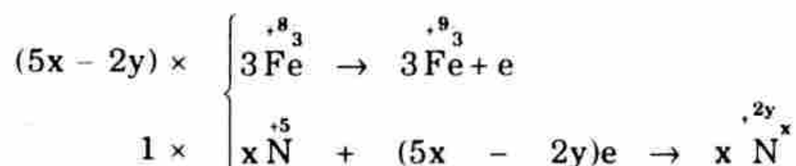
Cần xác định đúng sự tăng, giảm số oxi hóa của các nguyên tố

Bài 16: Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:

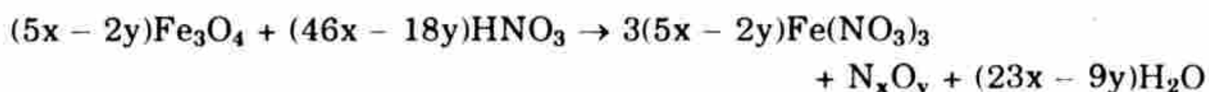


$$\overset{+8/3}{Fe_3}O_4 + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+3}{Fe}(NO_3)_3 + \overset{+2y/x}{N_x}O_y + H_2O$$

Giải



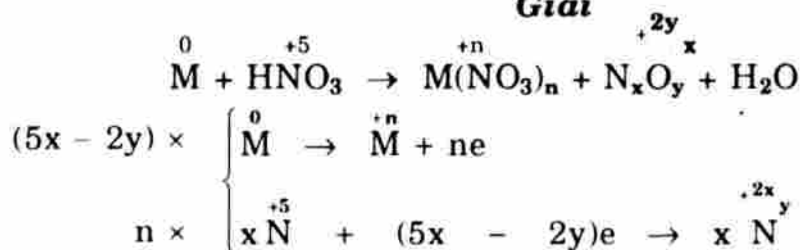
$$\begin{matrix} (5x - 2y) \times \\ 1 \times \end{matrix} \begin{cases} 3\overset{+8/3}{Fe} \rightarrow 3\overset{+9/3}{Fe} + e \\ x\overset{+5}{N} + (5x - 2y)e \rightarrow x\overset{+2y/x}{N} \end{cases}$$



$$(5x - 2y)Fe_3O_4 + (46x - 18y)HNO_3 \rightarrow 3(5x - 2y)Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + (23x - 9y)H_2O$$

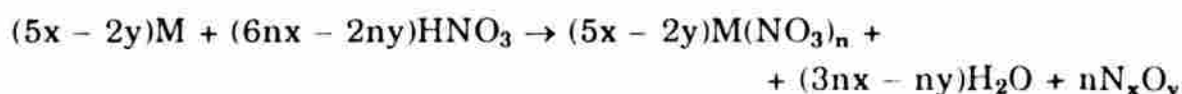
Bài 17: Hòa tan kim loại M trong dung dịch HNO_3 thu được một muối nitrat, khí N_xO_y và H_2O. Viết và cân bằng phương trình phản ứng.

Giải



$$\overset{0}{M} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+n}{M}(NO_3)_n + \overset{+2y/x}{N_x}O_y + H_2O$$

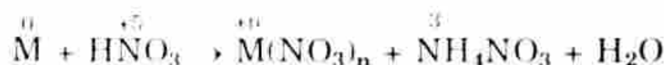
$$\begin{matrix} (5x - 2y) \times \\ n \times \end{matrix} \begin{cases} \overset{0}{M} \rightarrow \overset{+n}{M} + ne \\ x\overset{+5}{N} + (5x - 2y)e \rightarrow x\overset{+2x/y}{N} \end{cases}$$

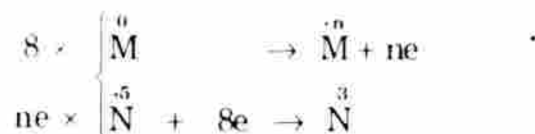


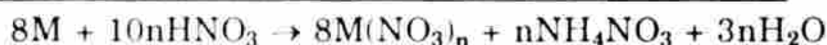
$$(5x - 2y)M + (6nx - 2ny)HNO_3 \rightarrow (5x - 2y)M(NO_3)_n + (3nx - ny)H_2O + nN_xO_y$$

Bài 18: Khi cho một kim loại vào dung dịch HNO_3, ta thu được 2 loại muối. Viết và cân bằng phương trình phản ứng.

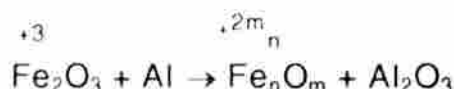
Giải



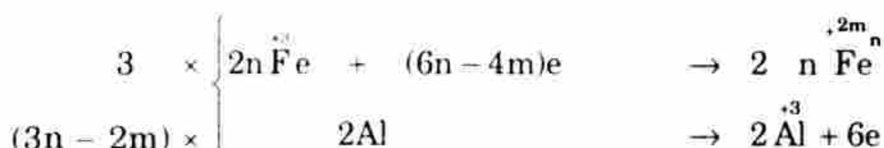


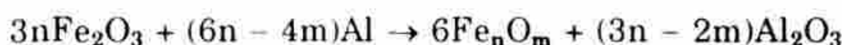


Bài 19: Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:

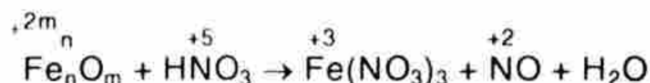


Giải

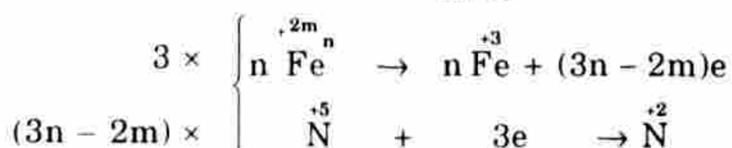




Bài 20: Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:



Giải



Chủ đề 3:

Phản ứng có nguyên tố tăng hay giảm số oxi hóa ở nhiều mức

Phương pháp 1:

– Viết tất cả phương trình có nguyên tố thay đổi số oxi hóa

– Đặt ẩn số cho từng mức tăng, giảm số oxi hóa.

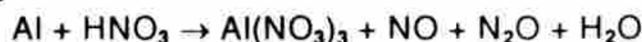
Phương pháp 2:

– Tách ra thành hai hay nhiều phương trình phản ứng với từng mức số oxi hóa tăng, hay giảm

– Nhân hệ số trước khi gộp các phản ứng lại.

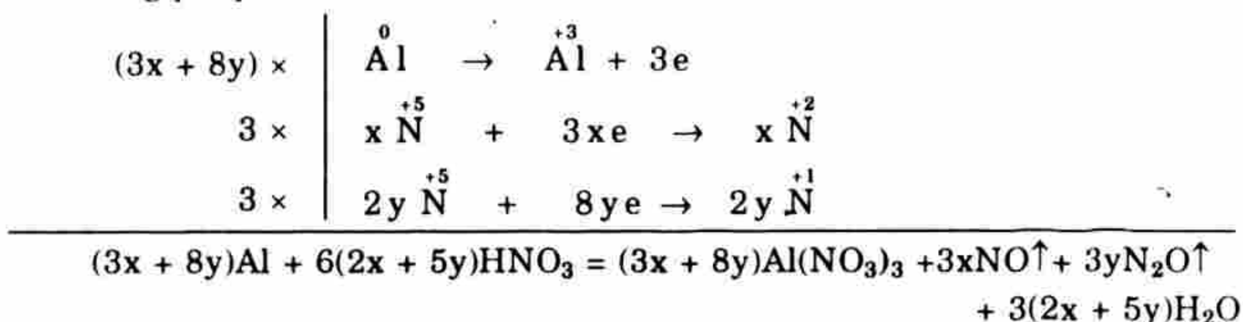
Bài 21:

Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:



$$Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO + N_2O + H_2O$$

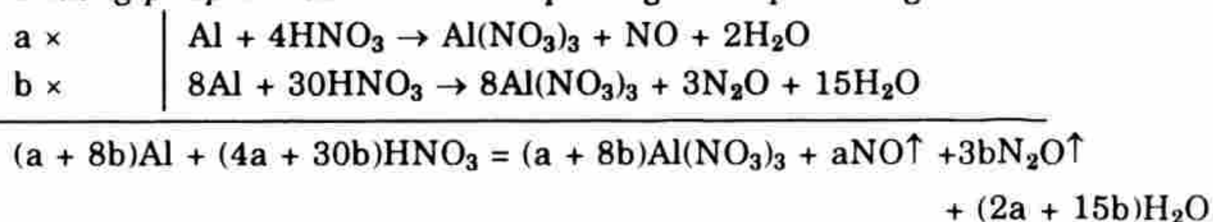
Phương pháp 1:



$$\begin{array}{r|l} (3x+8y)\times & \overset{0}{Al} \rightarrow \overset{+3}{Al} + 3e \\ 3\times & x\overset{+5}{N} + 3xe \rightarrow x\overset{+2}{N} \\ 3\times & 2y\overset{+5}{N} + 8ye \rightarrow 2y\overset{+1}{N} \end{array}$$

$$(3x + 8y)Al + 6(2x + 5y)HNO_3 = (3x + 8y)Al(NO_3)_3 + 3xNO\uparrow + 3yN_2O\uparrow + 3(2x + 5y)H_2O$$

Phương pháp 2: Tách thành hai phương trình phản ứng:



$$\begin{array}{l|l} a\times & Al + 4HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO + 2H_2O \\ b\times & 8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O \end{array}$$

$$(a + 8b)Al + (4a + 30b)HNO_3 = (a + 8b)Al(NO_3)_3 + aNO\uparrow + 3bN_2O\uparrow + (2a + 15b)H_2O$$

(*Nhận xét*: Phương trình phản ứng giải theo cách 2: có $a = 3x$; $b = y$ so với cách 1) (Nếu là giải toán, cứ để nguyên các phương trình không cần gộp lại).

Bài 22. Cho m gam nhôm phản ứng hết với dung dịch axit nitơric thu được 8,96 lit (đktc) hỗn hợp khí NO và N_2O có tỉ khối hơi so với hiđro bằng 16,5. Tính m?

Giải

Gọi a, b lần lượt là số mol NO và N_2O trong hỗn hợp.

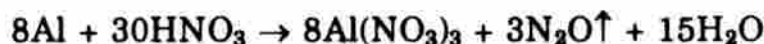
$$n_{hh} = a + b = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ mol} \quad (1)$$

$$M_{hh} = \frac{30a + 44b}{0,4} = 16,5 \times 2 \rightarrow 30a + 44b = 13,2 \quad (2)$$

Từ (1), (2) cho a = 0,3 và b = 0,1 mol

$$Al + 4HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$$

0,3 mol 0,3 mol



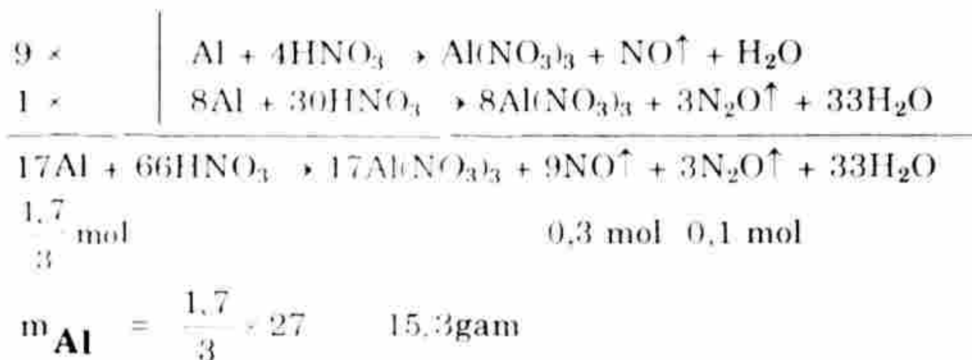
$$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 15H_2O$$

$\frac{0,8}{3}$ mol 0,1 mol

$$\sum n_{Al} = 0,3 + \frac{0,8}{3} = \frac{1,7}{3}$$

$$m_{Al} = \frac{1,7}{3} \times 27 = 15,3 \text{ gam}$$

Nếu giải theo cách 1: Vì $n_{NO} : n_{N_2O} = 3 : 1$ nên:



$$9 \times \quad Al + 4HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$$
$$1 \times \quad 8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 33H_2O$$

$$17Al + 66HNO_3 \rightarrow 17Al(NO_3)_3 + 9NO\uparrow + 3N_2O\uparrow + 33H_2O$$

$\frac{1,7}{3}$ mol $\qquad$ 0,3 mol $\;$ 0,1 mol

$$m_{Al} = \frac{1,7}{3} \times 27 = 15,3 gam$$

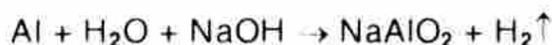
Chủ đề 4: Phản ứng không xác định rõ môi trường

Phương pháp:

– Cân bằng các nguyên tố bằng phương pháp đại số

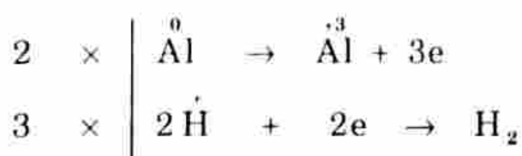
– Khi gộp lại nhiều phản ứng lại, cần phân tích để xác định giai đoạn nào là oxi hóa – khử.

Bài 23. Cân bằng phương trình phản ứng sau và xác định chất oxi hóa – chất khử

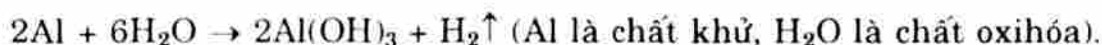


$$Al + H_2O + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + H_2\uparrow$$

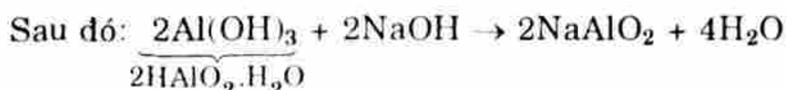
$$Al + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + H_2\uparrow$$



$$2 \times \quad \overset{0}{Al} \rightarrow \overset{+3}{Al} + 3e$$
$$3 \times \quad 2\overset{+}{H} + 2e \rightarrow H_2$$

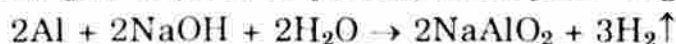


$2Al + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + H_2\uparrow$ (Al là chất khử, H_2O là chất oxihóa).



Sau đó: $\underbrace{2Al(OH)_3}_{2HAlO_2.H_2O} + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + 4H_2O$

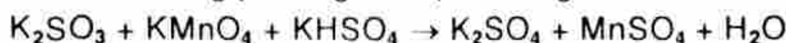
Tổng hợp hai giai đoạn ta có phương trình phản ứng:



$$2Al + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2\uparrow$$

Al là chất khử, H_2O là chất oxi hóa.

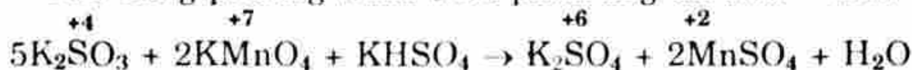
Bài 24. Cân bằng phương trình phản ứng oxi hóa – khử sau:



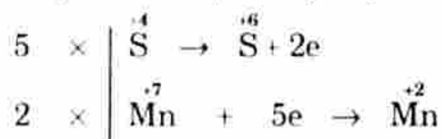
$$K_2SO_3 + KMnO_4 + KHSO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$$

Cân bằng phương trình phản ứng trên qua hai giai đoạn:

– Cân bằng phương trình theo phản ứng oxi hóa – khử:

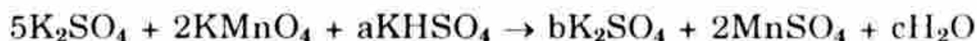


$$5K_2\overset{+4}{S}O_3 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + KHSO_4 \rightarrow K_2\overset{+6}{S}O_4 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + H_2O$$



$$5 \times \quad \overset{+4}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 2e$$
$$2 \times \quad \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn}$$

– Cân bằng nguyên tố bằng phương pháp đại số:



$$5K_2SO_4 + 2KMnO_4 + aKHSO_4 \rightarrow bK_2SO_4 + 2MnSO_4 + cH_2O$$

(K)	12 + a	= 2b	(1)
(S)	5 + a	= 2 + b	(2)
(H)	a	= 2c	(3)

Lấy phương trình (1) trừ phương trình (2), ta có:

$$7 = b - 2 \rightarrow b = 9$$

Thay b = 9 vào phượng trình (2), ta có a = 6; thay a = 6 vào phương trình (3), ta có c = 3.

$$5K_2SO_4 + 2KMnO_4 + 6KHSO_4 \rightarrow 9K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$$

Chủ đề 5:
Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử trong hợp chất hữu cơ.

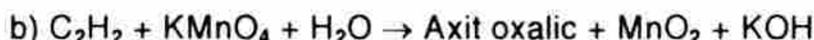
Phương pháp:

– Phương pháp chung: Tính số oxi hóa trung bình của nguyên tố cacbon

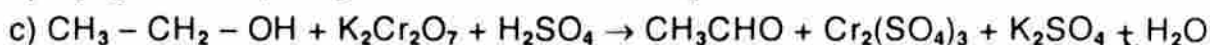
– Phương pháp riêng đối với phản ứng có sự thay đổi nhóm chức có thể tính số oxi hóa của nguyên tố cacbon có số oxi hóa thay đổi

Bài 25. Cân bằng phản ứng hóa học sau bằng phương pháp cân bằng electron

a) $C_6H_{12}O_6 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 + H_2O$

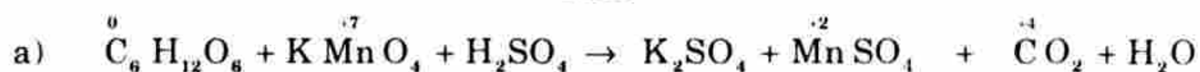


b) $C_2H_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$ Axit oxalic $+ MnO_2 + KOH$

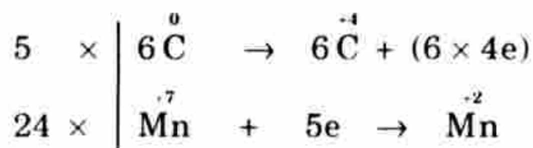


c) $CH_3 - CH_2 - OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3CHO + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

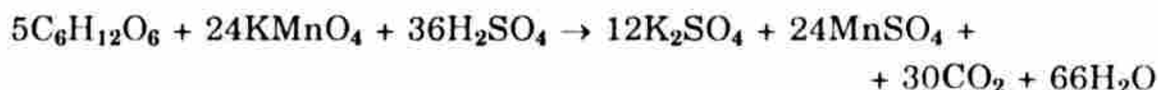
Giải



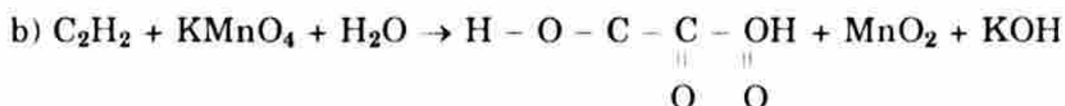
a) $\overset{0}{C}_6H_{12}O_6 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + \overset{+4}{C}O_2 + H_2O$



$$\begin{array}{r|l} 5 \times & 6\overset{0}{C} \rightarrow 6\overset{+4}{C} + (6 \times 4e) \\ 24 \times & \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \end{array}$$

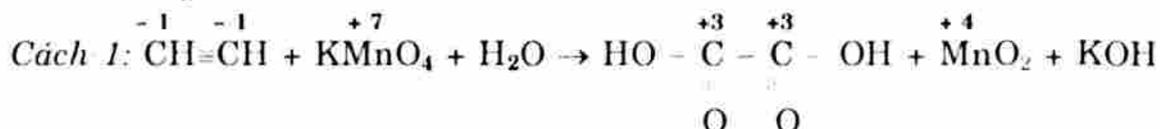


$$5C_6H_{12}O_6 + 24KMnO_4 + 36H_2SO_4 \rightarrow 12K_2SO_4 + 24MnSO_4 + 30CO_2 + 66H_2O$$

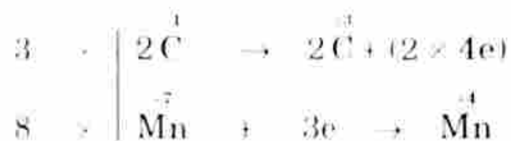


b) $C_2H_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow H - O - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - OH + MnO_2 + KOH$

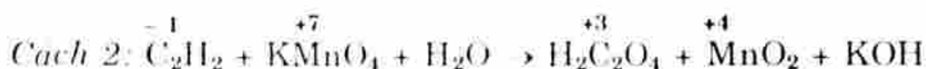
Có 2 cách giải:



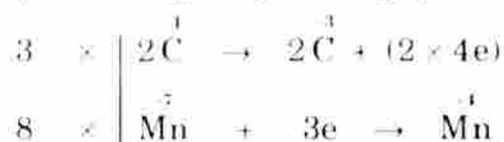
Cách 1: $\overset{-1}{C}H \equiv \overset{-1}{C}H + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow HO - \underset{\underset{O}{\|}}{\overset{+3}{C}} - \underset{\underset{O}{\|}}{\overset{+3}{C}} - OH + \overset{+4}{Mn}O_2 + KOH$



$$3 \times \left| \begin{array}{l} 2\overset{-1}{C} \rightarrow 2\overset{+3}{C} + (2 \times 4e) \\ \overset{+7}{Mn} + 3e \rightarrow \overset{+4}{Mn} \end{array} \right.$$
$$8 \times$$

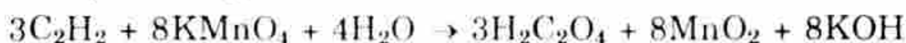


Cách 2: $\overset{-1}{C_2}H_2 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow H_2\overset{+3}{C_2}O_4 + \overset{+4}{Mn}O_2 + KOH$

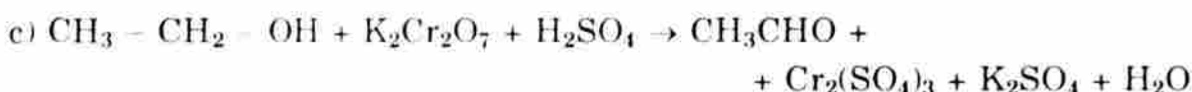


$$\begin{array}{ll} 3 \times & 2\overset{-1}{C} \rightarrow 2\overset{+3}{C} + (2 \times 4e) \\ 8 \times & \overset{+7}{Mn} + 3e \rightarrow \overset{+4}{Mn} \end{array}$$

Kết quả chung ta có:



$3C_2H_2 + 8KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3H_2C_2O_4 + 8MnO_2 + 8KOH$

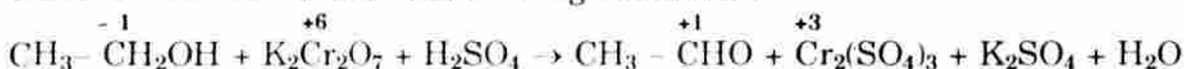


c) $CH_3 - CH_2 - OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3CHO +$

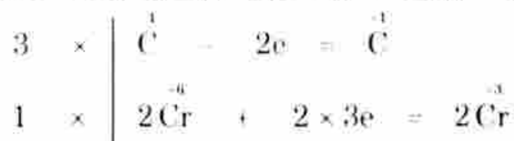
$+ Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

Có 2 cách giải

Cách 1: Tính số oxi hóa của C trong nhóm chức

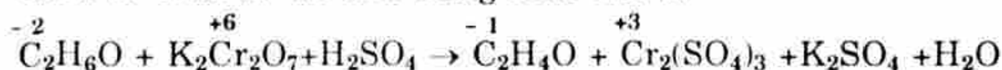


$CH_3 - \overset{-1}{C}H_2OH + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3 - \overset{+1}{C}HO + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

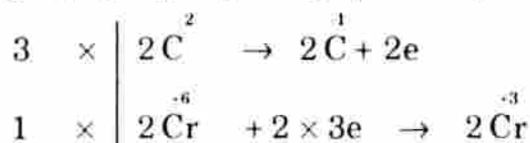


$$\begin{array}{ll} 3 \times & \overset{-1}{C} - 2e = \overset{+1}{C} \\ 1 \times & 2\overset{+6}{Cr} + 2 \times 3e = 2\overset{+3}{Cr} \end{array}$$

Cách 2: Tính số oxi hóa trung bình của C:

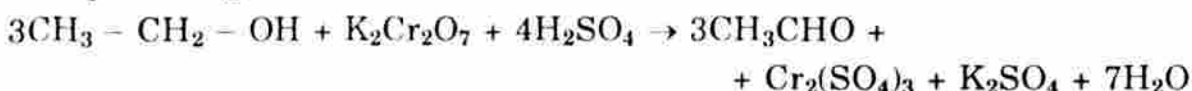


$\overset{-2}{C_2}H_6O + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{-1}{C_2}H_4O + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$



$$\begin{array}{ll} 3 \times & 2\overset{-2}{C} \rightarrow 2\overset{-1}{C} + 2e \\ 1 \times & 2\overset{+6}{Cr} + 2 \times 3e \rightarrow 2\overset{+3}{Cr} \end{array}$$

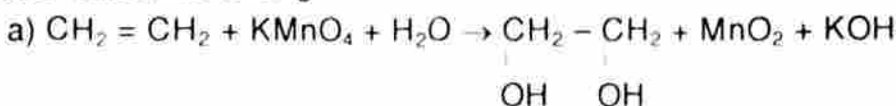
Kết quả chung:



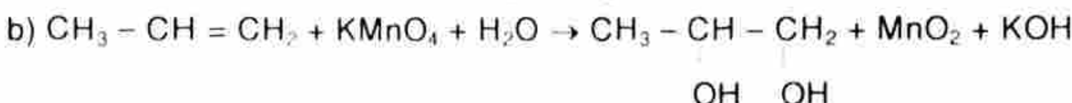
$3CH_3 - CH_2 - OH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3CHO +$

$+ Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

Bài 26. Cân bằng phản ứng hóa học sau và rút ra công thức cho phản ứng của các anken nói chung



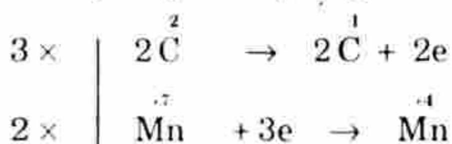
a) $CH_2 = CH_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow \underset{OH}{CH_2} - \underset{OH}{CH_2} + MnO_2 + KOH$



b) $CH_3 - CH = CH_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow CH_3 - \underset{OH}{CH} - \underset{OH}{CH_2} + MnO_2 + KOH$

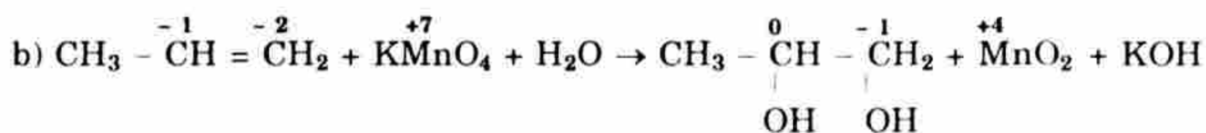
Giải

$\overset{-2}{C_2}H_4 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow \overset{-1}{C_2}H_6O_2 + \overset{+4}{Mn}O_2 + KOH$

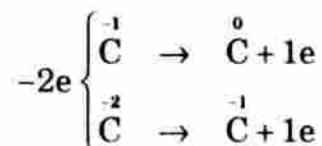


$$\begin{array}{ll} 3 \times & 2\overset{-2}{C} \rightarrow 2\overset{-1}{C} + 2e \\ 2 \times & \overset{+7}{Mn} + 3e \rightarrow \overset{+4}{Mn} \end{array}$$

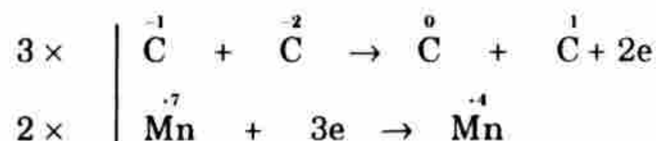
$3C_2H_4 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3C_2H_6O_2 + 2MnO_2 + 2KOH$



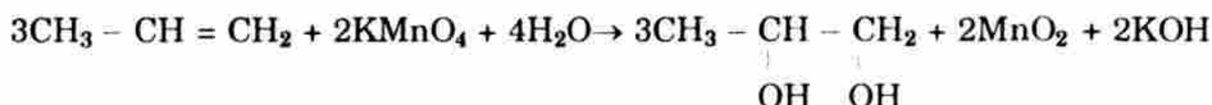
b) $CH_3 - \overset{-1}{C}H = \overset{-2}{C}H_2 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow CH_3 - \underset{OH}{\overset{0}{C}H} - \underset{OH}{\overset{-1}{C}H_2} + \overset{+4}{Mn}O_2 + KOH$



$$-2e\begin{cases}\overset{-1}{C} \rightarrow \overset{0}{C} + 1e \\ \overset{-2}{C} \rightarrow \overset{-1}{C} + 1e\end{cases}$$

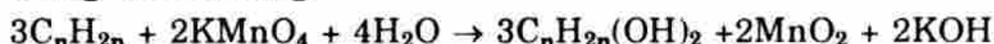


$$\begin{array}{l|l} 3\times & \overset{-1}{C} + \overset{-2}{C} \rightarrow \overset{0}{C} + \overset{-1}{C} + 2e \\ 2\times & \overset{+7}{Mn} + 3e \rightarrow \overset{+4}{Mn} \end{array}$$



$3CH_3 - CH = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_3 - \underset{OH}{CH} - \underset{OH}{CH_2} + 2MnO_2 + 2KOH$

Công thức chung:



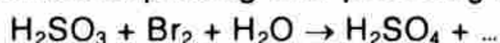
$3C_nH_{2n} + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3C_nH_{2n}(OH)_2 + 2MnO_2 + 2KOH$

Chủ đề 6: Hoàn thành phương trình phản ứng

Phương pháp:

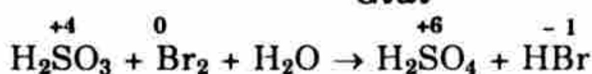
- Xác định chất oxi hóa, chất khử mạnh hay yếu
- Chọn khả năng số oxi hóa của nguyên tố thay đổi cho phù hợp với đề bài (Chú ý môi trường tiến hành phản ứng của các chất hoặc ion)

Bài 27. Hoàn thành phương trình phản ứng hóa học sau:

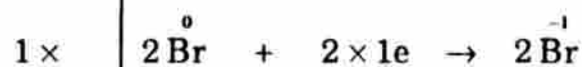


$H_2SO_3 + Br_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + ...$

Giải



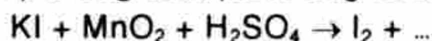
$H_2\overset{+4}{S}O_3 + \overset{0}{Br_2} + H_2O \rightarrow H_2\overset{+6}{S}O_4 + H\overset{-1}{Br}$



$$\begin{array}{l|l} 1\times & \overset{+4}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 2e \\ 1\times & 2\overset{0}{Br} + 2\times 1e \rightarrow 2\overset{-1}{Br} \end{array}$$

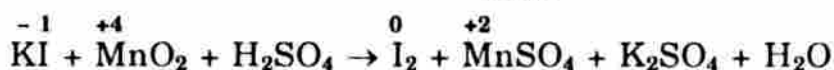
$H_2SO_3 + Br_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HBr$

Bài 28. Hoàn thành phương trình phản ứng hóa học sau:

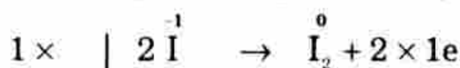


$KI + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + ...$

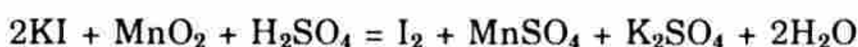
Giải



$K\overset{-1}{I} + \overset{+4}{Mn}O_2 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{I_2} + \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$



$$\begin{array}{l|l} 1\times & 2\overset{-1}{I} \rightarrow \overset{0}{I_2} + 2\times 1e \\ 1\times & \overset{+4}{Mn} + 2e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \end{array}$$

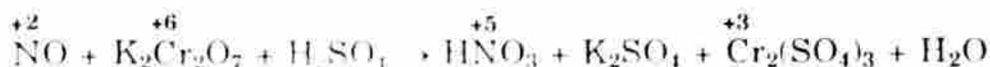


$2KI + MnO_2 + H_2SO_4 = I_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2O$

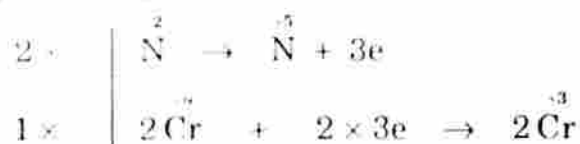
Bài 29. Hoàn thành phương trình phản ứng hoá học sau:

$$NO + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow HNO_2 + K_2SO_4 + ...$$

Giải



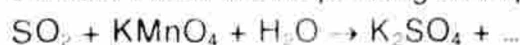
$$\overset{+2}{N}O + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow H\overset{+5}{N}O_3 + K_2SO_4 + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + H_2O$$



$$\begin{array}{r|l} 2\times & \overset{+2}{N} \rightarrow \overset{+5}{N} + 3e \\ 1\times & 2\overset{+6}{Cr} + 2\times 3e \rightarrow 2\overset{+3}{Cr} \end{array}$$

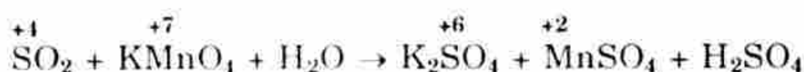
$$2NO + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 2HNO_3 + Cr_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

Bài 30. Hoàn thành phương trình phản ứng hóa học sau :

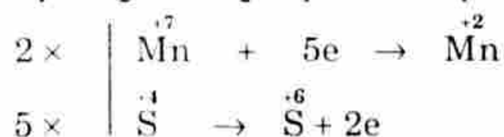


$$SO_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow K_2SO_4 + ...$$

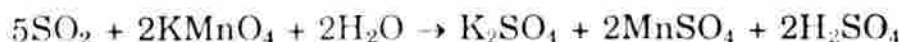
Giải



$$\overset{+4}{S}O_2 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow K_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + H_2SO_4$$



$$\begin{array}{r|l} 2\times & \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \\ 5\times & \overset{+4}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 2e \end{array}$$



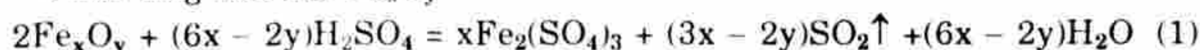
$$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

BÀI TẬP MẪU

31. Hòa tan hoàn toàn một khối lượng m gam Fe_xO_y bằng dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng ta thu được khí A và dung dịch B. Cho khí A hấp thụ hoàn toàn bởi dung dịch NaOH dư tạo ra 12,6 g muối. Mặt khác cô cạn dung dịch A thì thu được 120 gam muối khan. Xác định công thức của sắt oxit.

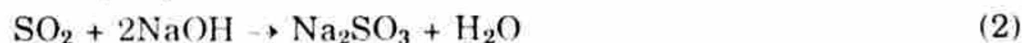
Giải

– Phản ứng hòa tan Fe_xO_y



$$2Fe_xO_y + (6x - 2y)H_2SO_4 = xFe_2(SO_4)_3 + (3x - 2y)SO_2\uparrow + (6x - 2y)H_2O \quad (1)$$

Khí A là khí SO_2, khí này bị hấp thụ hoàn toàn bởi dung dịch NaOH dư nên chỉ tạo muối Na_2SO_3



$$SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O \quad (2)$$

64 gam　　　126 gam

6,4 gam　　　12,6 gam

$$n_{Fe_2(SO_4)_3} = \frac{120}{400} = 0,3 \quad mol$$

$$n_{SO_2} = \frac{6,4}{64} = 0,1 \quad mol$$

Theo phương trình phản ứng (1) ta có:

$$\frac{(3x - 2y)}{x} = \frac{0,1}{0,3} = \frac{1}{3}$$

Rút ra $\frac{x}{y} = \frac{3}{4}$ Công thức sắt oxit là Fe_3O_4

32. Một kim loại M tác dụng với dung dịch HNO_3 loãng thu được $M(NO_3)_3$, H_2O và hỗn hợp khí E chứa N_2 và N_2O. Khi hòa tan hoàn toàn 2,16 gam kim loại M trong dung dịch HNO_3 loãng thu được 604,8 m*l* hỗn hợp khí E có tỉ khối hơi đối với H_2 là 18,45. Xác định kim loại M.

Giải

Phương trình phản ứng

$$10M + 36HNO_3 \rightarrow 10M(NO_3)_3 + 3N_2\uparrow + 18H_2O$$

$$x \text{ mol} \qquad \frac{3x}{10} \text{ mol}$$

$$8M + 30HNO_3 \rightarrow 8M(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 15H_2O$$

$$y \text{ mol} \qquad \frac{3y}{8} \text{ mol}$$

$$\begin{cases} 0,3x + \dfrac{3y}{8} = \dfrac{604,8}{22400} = 0,027 \\ 28.0,3x + 44\dfrac{3y}{8} = 0,027 \times 2 \times 18,45 = 0,996 \\ M(x + y) = 2,16 \end{cases}$$

Giải các phương trình ta tính được M = 27 (Al)

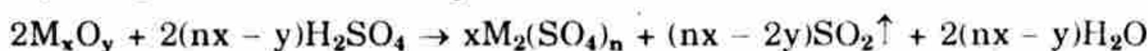
33. Hòa tan hoàn toàn một kim loại oxit bằng dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (vừa đủ) thu được 2,24 lit khí SO_2 (đktc) và 120 gam muối.

Xác định công thức của kim loại oxit

Giải

Gọi M là kí hiệu, khối lượng nguyên tử của kim loại.

Gọi công thức của oxit M_xO_y có số mol là a.



$$2M_xO_y + 2(nx - y)H_2SO_4 \rightarrow xM_2(SO_4)_n + (nx - 2y)SO_2\uparrow + 2(nx - y)H_2O$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

$$46,4 + 98a(nx - y) = 120 + \frac{2,24}{22,4} \times 64 + 18(nx - y)$$

$$a(nx - y) = 1 \qquad (1)$$

Số mol SO_2 $= \dfrac{(nx - 2y)a}{2} = 0,1 \rightarrow (nx - 2y)a = 0,2$ (2)

Từ (1) và (2) rút ra $\quad nxa = 1,8 \quad$ (3)

$ya = 0,8 \quad$ (4)

Thay giá trị ya = 0,8 vào phương trình (xM + 16y)a = 46,4

$xMa = 33,6 \quad$ (5)

Từ phương trình $\dfrac{(5)}{(6)} = \dfrac{xRa}{nxa} = \dfrac{33,6}{1,8}$ = Rút ra $M = \dfrac{56}{3}n$

Vì M nguyên nên n = 3 → M = 56; M là Fe

Từ phương trình

$$\frac{(3)}{(4)} = \frac{nxa}{ya} = \frac{3x}{y} = \frac{1,8}{0,8} = \frac{9}{4} \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{4}$$

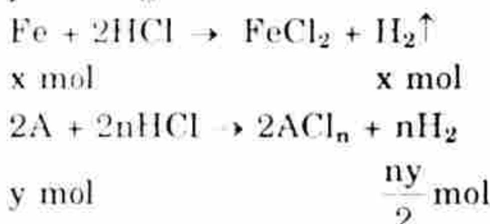
Công thức của kim loại oxit: Fe_3O_4

34. Hòa tan hoàn toàn 1,805 gam một hỗn hợp gồm Fe và một kim loại A có hóa trị n duy nhất bằng dung dịch HCl thu được 1,064 lít khí H_2, còn khi hòa tan 1,805 gam hỗn hợp trên bằng dung dịch HNO_3 loãng, dư thì thu được 0,896 lít khí NO duy nhất. Hãy xác định kim loại A và tính % khối lượng của mỗi kim loại trong hỗn hợp. Biết các thể tích khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

Giải

Gọi x, y là số mol Fe và kim loại A. Kí hiệu A là khối lượng nguyên tử của kim loại.

Các phương trình phản ứng:

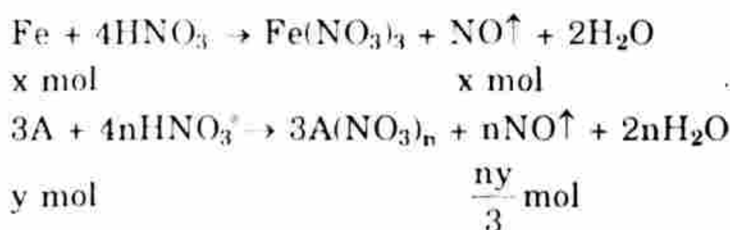


$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

x mol $\qquad\qquad$ x mol

$$2A + 2nHCl \rightarrow 2ACl_n + nH_2$$

y mol $\qquad\qquad$ $\frac{ny}{2}$ mol



$$Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$$

x mol $\qquad\qquad$ x mol

$$3A + 4nHNO_3 \rightarrow 3A(NO_3)_n + nNO\uparrow + 2nH_2O$$

y mol $\qquad\qquad$ $\frac{ny}{3}$ mol

$$\begin{cases} x + \dfrac{ny}{2} = \dfrac{1,064}{22,4} & (1) \\ x + \dfrac{ny}{3} = \dfrac{0,896}{22,4} & (2) \end{cases}$$

Theo các phương trình phản ứng trên ta có:

Giải hệ phương trình trên ta có: $x = 0,025$

$ny = 0,045 \qquad (3)$

Mặt khác theo khối lượng của hỗn hợp:

$$0,025 \times 56 + yA = 1,805$$

$$yA = 0,405 \qquad (4)$$

Từ phương trình $\frac{(4)}{(3)} = \frac{yA}{ny} = \frac{0,405}{0,045}$ Rút ra $A = 9n$

Nghiệm duy nhất là $n = 3$ và $y = 0,015$

$$\%m_{Fe} = \frac{0,025 \times 56}{1,805} \times 100\% = 77,56\%$$

$$\%m_{Al} = 100 - 77,56 = 22,44\%$$

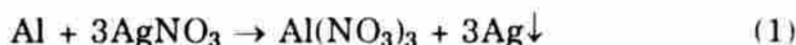
35. Cho 3,61 gam hỗn hợp gồm hai kim loại Al và Fe tác dụng với 100m*l* dung dịch chứa $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$, khuấy kĩ tới phản ứng hoàn toàn. Sau phản ứng thu được dung dịch A và 8,12 gam chất rắn B gồm 3 kim loại. Hòa tan chất rắn B bằng dung dịch HCl dư thấy bay ra 0,672 lit H_2 (đktc).

Tính nồng độ mol của $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$ trong dung dịch ban đầu của chúng. Biết hiệu suất các phản ứng là 100%, số mol của Al và Fe là 0,03 mol và 0,05 mol.

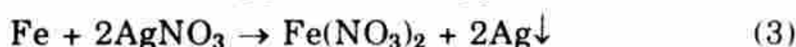
Giải

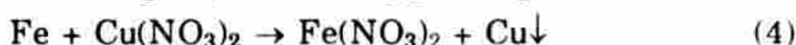
Vì Al hoạt động hóa học mạnh hơn Fe và vì chất rắn B gồm 3 kim loại nên chúng phải là Ag, Cu và Fe dư.

Các phản ứng có thể xảy ra:


$Al + 3AgNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + 3Ag\downarrow$ (1)

$2Al + 3Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2Al(NO_3)_3 + 3Cu\downarrow$ (2)


$Fe + 2AgNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + 2Ag\downarrow$ (3)


$Fe + Cu(NO_3)_2 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu\downarrow$ (4)

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$ (5)

Các phản ứng (1) và (5) chắc chắn xảy ra, còn(2) (3) và (4) xảy ra hay không còn tùy thuộc lượng Al hay $AgNO_3$ thừa thiếu. Dù các phản ứng xảy ra như thế nào, tất cả

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$, $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $Ag^+ + 1e \rightarrow \overset{0}{Ag}$, $Cu^{2+} + 2e \rightarrow \overset{0}{Cu}$, $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$ ta vẫn có phương trình bảo toàn electron.

Gọi a, b là số mol $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$ trong 100m*l* dung dịch

Số mol $H_2 = \dfrac{0,672}{22,4} = 0,03$. Ta có phương trình :

0,03.3	+ 0,05.2	= a.1	+ 0,03.2	+ b.2	(6)
Số e Al cho	Số e Fe cho	Số e Ag^+ nhận	Số e H^+ nhận	Số e Cu^{2+} nhận	

hoặc a + 2b = 0,3

Mặt khác khối lượng B (gồm 3 kim loại) = 108a + 64b + 0,03.56 = 8,12
= 108a + 64b = 6,44 (7)

Giải hệ phương trình (6) (7) ta có : a = 0,03 và b = 0,05

$[AgNO_3] = \dfrac{0,03}{0,1} = 0,3M$

$[Cu(NO_3)_2] = \dfrac{0,05}{0,1} = 0,5M$

BÀI TẬP

36. Cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp cân bằng electron:

a) $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NH_4NO_3 + H_2O$

b) $C + HNO_3 \rightarrow CO_2 + NO + H_2O$

c) $Co + HNO_3 \rightarrow Co(NO_3)_2 + N_2 + H_2O$

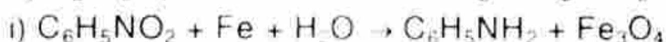
d) $KMnO_4 + HCl \rightarrow Cl_2 + MnCl_2 + KCl + H_2O$

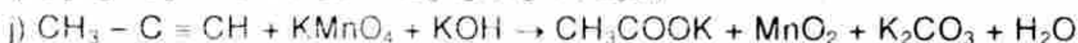
e) $HNO_2 + H_2S \rightarrow NO + S + H_2O$

f) $H_2SO_4 + HI \rightarrow I_2 + H_2S + H_2O$

g) $Cl_2 + KOH \rightarrow KCl + KClO_3 + H_2O$

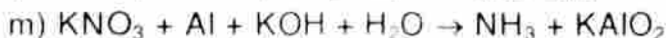
h) $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$

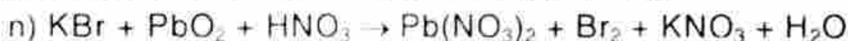

i) $C_6H_5NO_2 + Fe + H_2O \rightarrow C_6H_5NH_2 + Fe_3O_4$


j) $CH_3 - C \equiv CH + KMnO_4 + KOH \rightarrow CH_3COOK + MnO_2 + K_2CO_3 + H_2O$

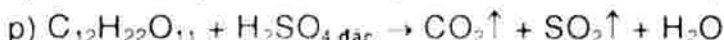
k) $CH \equiv CH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

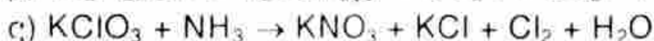
l) $KMnO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

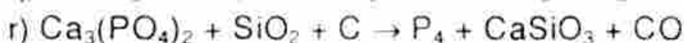

m) $KNO_3 + Al + KOH + H_2O \rightarrow NH_3 + KAlO_2$


n) $KBr + PbO_2 + HNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + Br_2 + KNO_3 + H_2O$

o) $FeS + Cu_2S + H^+ + NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} + Cu^{2+} + SO_4^{2-} + NO\uparrow + H_2O$


p) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2SO_{4\ đặc} \rightarrow CO_2\uparrow + SO_2\uparrow + H_2O$


q) $KClO_3 + NH_3 \rightarrow KNO_3 + KCl + Cl_2 + H_2O$

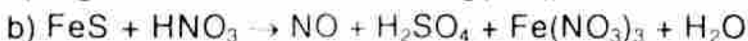

r) $Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \rightarrow P_4 + CaSiO_3 + CO$

s) $K_2Cr_2O_7 + CH_3{-}CH_2{-}OH + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + CH_3CHO + H_2O$

t) $CH_3 - CH_2 - OH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3COOH + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$

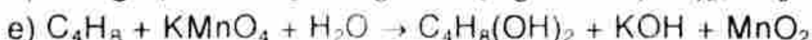
37. Cân bằng, viết dưới dạng ion thu gọn các phương trình hóa học sau:

a) $Mg + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + Mg(NO_3)_2 + H_2O$


b) $FeS + HNO_3 \rightarrow NO + H_2SO_4 + Fe(NO_3)_3 + H_2O$

c) Kim loại M phản ứng với dung dịch axit nitoric thu được sản phẩm là muối nitrat, nước và một trong các chất NO, N_2O, NH_4NO_3.

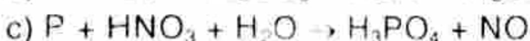
d) Dung dịch HNO_3 loãng tác dụng với $Fe(OH)_2$, Fe_3O_4, dung dịch K_2CO_3, FeO


e) $C_4H_8 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_4H_8(OH)_2 + KOH + MnO_2$

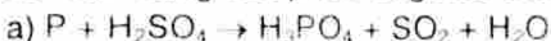
38. Cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp cân bằng ion–electron

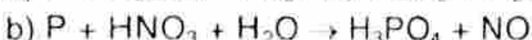
a) $KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

b) $KMnO_4 + Na_2SO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

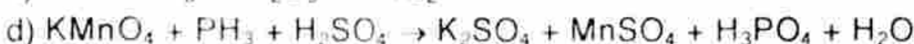

c) $P + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + NO$

39. Cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp cân bằng electron:


a) $P + H_2SO_4 \rightarrow H_3PO_4 + SO_2 + H_2O$


b) $P + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + NO$

c) $P + HNO_3 \rightarrow P_2O_5 + KNO_2$


d) $KMnO_4 + PH_3 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + H_3PO_4 + H_2O$

40. Cân bằng các phản ứng hóa học sau theo phương pháp cân bằng electron:

a) $M_xO_y + H_2O \rightarrow MOH + O_2$ (M là kim loại kiềm)

b) $As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$

c) $FeS + HNO_3 + H_2O \rightarrow Fe(NO_3)_3 + Fe_2(SO_4)_3 + NH_4NO_3$

d) $CuFeS_2 + Fe_2(SO_4)_3 + O_2 + H_2O \rightarrow CuSO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$

e) $As_2S_3 + KClO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + KCl$

f) $K_2Cr_2O_7 + FeCl_2 + HCl \rightarrow CrCl_3 + Cl_2 + FeCl_3 + KCl + H_2O$

g) $C_nH_{2n+1}OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3COOH + Cr_2(SO_4)_3 +$

$+ K_2SO_4 + CO_2 + H_2O$

h) $C_xH_yO + KMnO_4 + HCl \rightarrow CH_3CHO + MnCl_2 + CO_2 + KCl + H_2O$

41. Viết và cân bằng phương trình phản ứng ở dạng tổng quát khi cho nguyên tố M lưỡng tính tác dụng với dung dịch NaOH.

42. Cân bằng các phản ứng hóa học sau theo phương pháp ion–electron:

a) $C_nH_{2n} + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_nH_{2n}(OH)_2 + MnO_2 + KOH$

b) $Fe_xO_y + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + H_2O$

c) $C_nH_{2n-2} + KMnO_4 + H_2O \rightarrow HOOC - COOH + MnO_2 + KOH$

43. Hoàn thành các phương trình phản ứng dưới dạng phân tử và dạng ion:

a) $C_6H_{12}O_6 + MnO_4^- + H^+ \rightarrow CO_2\uparrow + ...$

b) $FeSO_4 + HNO_3 \rightarrow NO + ...$

c) $Fe_xO_y + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + ...$

d) $SO_2 + FeCl_3 + H_2O \rightarrow FeCl_2 + ...$

e) Kim loại M hóa trị n + $HNO_3 \rightarrow NO + ...$

f) Fe_xO_y với dung dịch HCl và dung dịch HNO_3 (tạo ra khí NO nếu có). Trong các phản ứng này, trường hợp nào tạo ra phản ứng oxi hóa – khử ? phản ứng trao đổi ?

g) $Fe_xO_y + CO \rightarrow ... + ...$

h) $Fe_3O_4 + H_2SO_4 \rightarrow SO_2\uparrow + ...$

i) $Cu + FeCl_3 \rightarrow$

j) $Cu + FeCl_2 \rightarrow$

k) $FeO + HNO_3 \rightarrow NO + ...$

l) $FeO + H_2SO_{4\text{ đặc, nóng}} \rightarrow$

m) $FeS + HNO_3 \rightarrow NO + SO_4^{2-} + ...$

n) $C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$ mùi giấm

o) $(CH_3)_2(CH_2OH)_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$ dung dịch tráng gương, hợp chất hữu cơ đa chức.

p) Stiren + $KMnO_4 \rightarrow$

q) Etyl benzen + $KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$

r) $H_2C_2O_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2 + ...$

s) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2SO_{4\text{ đặc}} \rightarrow$

t) $C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow CH_3CHO + ...$

u) $I_2 + AgNO_3 \rightarrow AgI + INO_3$

v) $F_2 + KNO_3 \rightarrow$ x) $C + HNO_3 \rightarrow$ y) $P + HNO_3 \rightarrow$

44. Cho các kim loại thông dụng sau đây: sắt, đồng, chì, nhôm. Những kim loại đó có tính chất hóa học quan trọng gì? Sắp xếp mức độ hoạt động của các kim loại trên.

Giải thích mức độ hoạt động hóa học khác nhau của các kim loại.

45. Có 5 dung dịch, mỗi dung dịch có chứa một ion sau: Zn^{2+}, Cu^{2+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}, Pb^{2+} và 5 kim loại Zn, Cu, Mg, Fe và Pb. Hãy cho biết những kim loại tác dụng với dung dịch nào ?

Hãy sắp xếp khả năng khử và khả năng oxi hóa tăng dần.

46. Cho lá Mn vào các dung dịch sau:

HCl, $SnSO_4$, $CuSO_4$, $AgNO_3$. Viết các phương trình phản ứng dưới dạng ion và ion thu gọn nếu có.

47. Dùng các phản ứng thích hợp để chứng minh thứ tự hoạt động hóa học của các kim loại giảm dần trong dãy K, Ca, Mg, Al, Ni.

48. Để hòa tan 4 gam oxit Fe_xO_y cần 52,14 m*l* dung dịch HCl 10% (d = 1,05 g/m*l*). Xác định công thức phân tử của sắt oxit.

49. Cho X lít CO (ở điều kiện tiêu chuẩn) đi qua ống sứ đựng a gam Fe_2O_3 đốt nóng. Giả sử lúc đó chỉ xảy ra phản ứng khử $Fe_2O_3 \rightarrow Fe$. Sau phản ứng thu được hỗn hợp khí Y đi qua ống sứ, có tỉ khối so với heli là 8,5. Nếu hòa tan chất rắn Z còn lại trong ống sứ thấy tốn hết 50 m*l* dung dịch H_2SO_4 0,5M, còn nếu dùng dung dịch HNO_3 thì thu được một loại muối sắt duy nhất có khối lượng nhiều hơn chất rắn B là 3,48 g.

a) Tính % thể tích các khí trong hỗn hợp Y.

b) Tính X và a.

50. Trộn đều 83 gam hỗn hợp bột Al, Fe_2O_3 và CuO rồi tiến hành phản ứng nhiệt nhôm.

Giả sử lúc đó chỉ xảy ra 2 phản ứng khử oxit thành kim loại. Chia hỗn hợp sau phản ứng thành 2 phần có khối lượng chênh lệch nhau 66,4 gam. Lấy phần có khối lượng lớn hòa tan bằng dung dịch H_2SO_4 dư, thu được 23,3856 lít H_2 (ở đktc), dung dịch X và chất rắn. Lấy 1/10 dung dịch X cho tác dụng vừa đủ với 200 m*l* dung dịch $KMnO_4$ 0,018M (biết rằng trong môi trường axit $\overset{+7}{Mn}$ bị khử thành $\overset{+2}{Mn}$).

1 – Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

2 – Cho biết trong hỗn hợp ban đầu số mol của CuO gấp n lần số mol của Fe_2O_3, tính % mỗi oxit kim loại bị khử. Áp dụng $n = \frac{3}{2}$.

51. Lắc m gam bột Fe với dung dịch A gồm $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$ đến khi phản ứng kết thúc, thu được x gam chất rắn B. Tách B, thu được nước lọc C.

Cho nước lọc C tác dụng với dung dịch NaOH dư, thu được a gam kết tủa hai hiđroxit kim loại. Nung kết tủa trong không khí đến khối lượng không đổi được b gam chất rắn.

Cho chất rắn B tác dụng hết với dung dịch HNO_3 loãng thu được V lít khí NO (đktc)

1. Lập biểu thức tính m theo a, b

2. Cho a = 36,8; b = 32; x = 34,4

a) Tính giá trị của m

b) Tính số mol của mỗi muối trong dung dịch A ban đầu

c) Tính thể tích V của khí NO

52. Oxi hóa hoàn toàn 4,368 gam bột Fe ta thu được 6,096 gam hỗn hợp hai sắt oxit (hỗn hợp X). Chia hỗn hợp X thành 3 phần bằng nhau.

1. Cần bao nhiêu lít H_2 (ở đktc) để khử hoàn toàn các oxit trong phần một?

2. Tính thể tích khí NO duy nhất bay ra (ở đktc) khi hòa tan hoàn toàn phần thứ hai bằng dung dịch HNO_3 loãng.

3. Phần thứ ba trộn với 10,8 gam bột Al rồi tiến hành phản ứng nhiệt nhôm (hiệu suất 100%). Hòa tan hỗn hợp thu được sau phản ứng bằng dung dịch HCl dư. Tính thể tích khí bay ra (ở điều kiện tiêu chuẩn).

53. Hợp chất hữu cơ A chứa 9,09% hiđro, 18,18% nitơ. Phần còn lại là cacbon và oxi. Khi đốt cháy 3,85 gam chất A ta thu được 2,464 lit CO_2 ở 27,3°C và 760 mmHg; khối lượng phân tử của A nhỏ hơn khối lượng phân tử của benzen.

1. Xác định công thức phân tử của A.

2. Cho 0,77 gam A tác dụng với 200 m*l* dung dịch NaOH 0,1M, sau đó đem cô cạn dung dịch thì thu được m gam chất rắn khan.

Tính m.

3. Trong một bình kín dung tích không đổi 2,24 lit chứa oxi (ở đktc) và 1,54 gam chất A (thể tích không đáng kể). Sau khi bật tia lửa điện, để đốt cháy hết A, giữ nhiệt độ bình ở 136,5°C, giả sử tất cả nitơ bị cháy hết thành NO_2, áp suất trong bình lúc này là bao nhiêu ?

Cho tất cả sản phẩm đốt cháy hấp thụ vào 500 gam dung dịch KOH 11,2% ta được dung dịch B. Tính nồng độ % của KOH trong dung dịch B. Cho dung dịch B tác dụng với $BaCl_2$ dư được kết tủa và dung dịch D. Lọc bỏ kết tủa. Cho một lượng Zn (dư) tác dụng với dung dịch D. Tính thể tích (ở đktc) hỗn hợp khí thoát ra, biết rằng trong môi trường kiềm các ion nitrat và nitrit bị khử thành NH_3.

54. Cho oxit A_xO_y của kim loại A có hóa trị không đổi. Cho 1,53 gam A_xO_y nguyên chất tan trong HNO_3 dư thu được 2,61 gam muối. Xác định công thức của oxit trên.

55. Cho hỗn hợp bột Fe, Cu vào bình chứa 200 m*l* dung dịch H_2SO_4 loãng, dư thu được 4,48 lit khí H_2 (ở điều kiệntiêu chuẩn), dung dịch A và một chất không tan B. Để oxi hóa hỗn hợp các sản phẩm còn trong bình, người ta phải cho thêm vào đó 20,2 gam KNO_3. Sau khi phản ứng xảy ra người ta thu được một khí không màu hóa nâu ngoài không khí và một dung dịch C. Để trung hòa lượng axit dư trong dung dịch người ta cần 200 m*l* dung dịch NaOH 2M.

a) Tính khối lượng các kim loại và thể tích khí không màu

b) Tính nồng độ mol/*l* của dung dịch H_2SO_4.

56. Cho P vào 210 gam dung dịch HNO_3 60%. Phản ứng tạo thành H_3PO_4 và NO. Dung dịch sản phẩm có tính axit và phải trung hòa bằng 3,33 lit NaOH 1M mới hết tính axit.

Tính khối lượng P đã tham gia phản ứng và thể tích khí NO (ở điều kiện tiêu chuẩn).

57. Hòa tan 1,44 gam hỗn hợp đồng kim loại và đồng oxit vào trong dung dịch HNO_3 đậm đặc, giải phóng 0,224 lít ở $0^{\circ}C$ và áp suất 2 atm. Nếu lấy 7,2 gam hỗn hợp đó khử bằng H_2 giải phóng 0,9 gam nước.

a) Viết phương trình phản ứng.

b) Xác định công thức của đồng oxit, biết rằng hóa trị của đồng không thay đổi.

58. Phản ứng oxi hóa – khử là quá trình:

a) diễn ra sự oxi hóa và chất khử

b) xảy ra sự trao đổi electron

c) phản ứng có kèm theo sự thay đổi số oxi hóa

d) diễn ra sự chuyển hóa chất này thành chất khác.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

7. $\overset{x}{C}_nH_{2n+1}OH$: $xn + 2n + 1 + (-2) + 1 = 0 \rightarrow x = -2$

$\overset{a}{C}_xH_yO$: $\quad ax + y + (-2) = 0$

$a = \dfrac{2-y}{x}$ Số oxi hóa của C phải âm thì phân tử mới trung hòa về điện nên

$a = \dfrac{-(y-2)}{x}$

36. a) Hệ số: 8, 3, 8, 3, 9

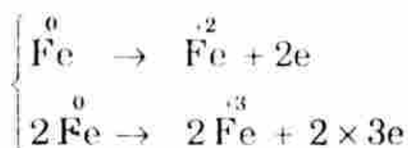
b): 3, 1, 3, 4, 2 c): 5, 12, 5, 1, 6

d): 2, 16, 5, 2, 2, 8 e): 2, 1, 2, 1, 2

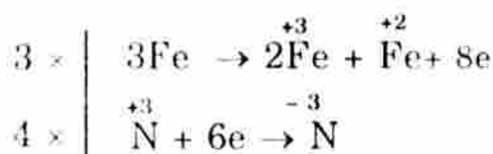
f): 1, 8, 4, 1, 4 g): 3, 6, 5, 1, 3

h): 1, 14, 2, 2, 3, 7 i) Hướng dẫn:

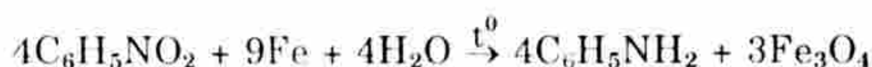
$$C_6H_5\overset{+3}{N}O_2 + \overset{0}{Fe} + H_2O \xrightarrow{t^0} C_6H_5\overset{-3}{N}H_2 + \overset{+2\,+3}{Fe_3}O_4(FeO.Fe_2O_3)$$



$$\begin{cases} \overset{0}{Fe} \rightarrow \overset{+2}{Fe} + 2e \\ 2\overset{0}{Fe} \rightarrow 2\overset{+3}{Fe} + 2\times 3e \end{cases}$$

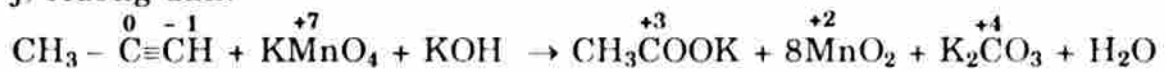


$$\begin{array}{l|l} 3\times & 3Fe \rightarrow 2\overset{+3}{Fe} + \overset{+2}{Fe} + 8e \\ 4\times & \overset{+3}{N} + 6e \rightarrow \overset{-3}{N} \end{array}$$

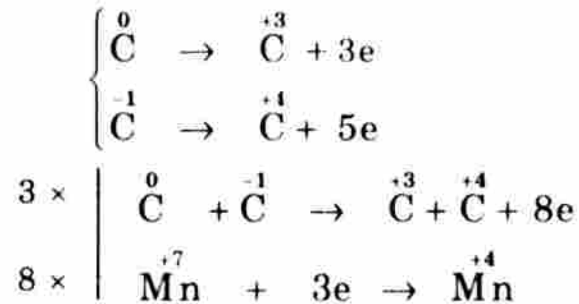


$$4C_6H_5NO_2 + 9Fe + 4H_2O \xrightarrow{t^0} 4C_6H_5NH_2 + 3Fe_3O_4$$

j) Hướng dẫn:

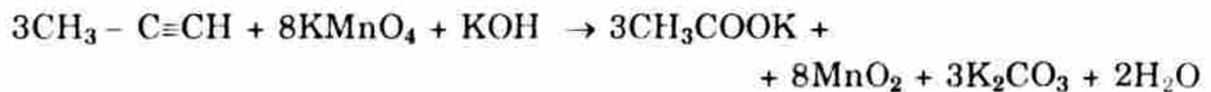


$$CH_3-\overset{0}{C}\equiv\overset{-1}{C}H + K\overset{+7}{Mn}O_4 + KOH \rightarrow CH_3\overset{+3}{C}OOK + 8\overset{+2}{Mn}O_2 + K_2\overset{+4}{C}O_3 + H_2O$$



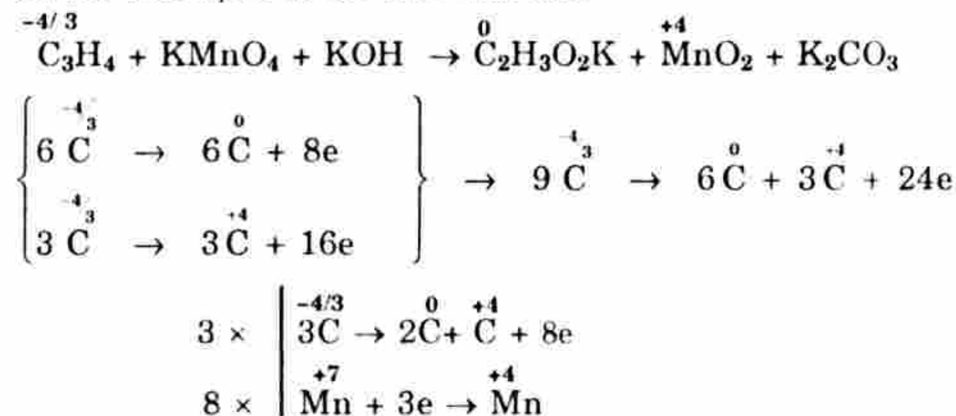
$$\begin{cases}\overset{0}{C} \rightarrow \overset{+3}{C} + 3e \\ \overset{-1}{C} \rightarrow \overset{+4}{C} + 5e\end{cases}$$

$$\begin{array}{r|l} 3\times & \overset{0}{C} + \overset{-1}{C} \rightarrow \overset{+3}{C} + \overset{+4}{C} + 8e \\ 8\times & \overset{+7}{Mn} + 3e \rightarrow \overset{+4}{Mn}\end{array}$$



$$3CH_3-C\equiv CH + 8KMnO_4 + KOH \rightarrow 3CH_3COOK + 8MnO_2 + 3K_2CO_3 + 2H_2O$$

Có thể xác định số oxi hóa như sau:



$$\overset{-4/3}{C_3}H_4 + KMnO_4 + KOH \rightarrow \overset{0}{C_2}H_3O_2K + \overset{+4}{Mn}O_2 + K_2CO_3$$

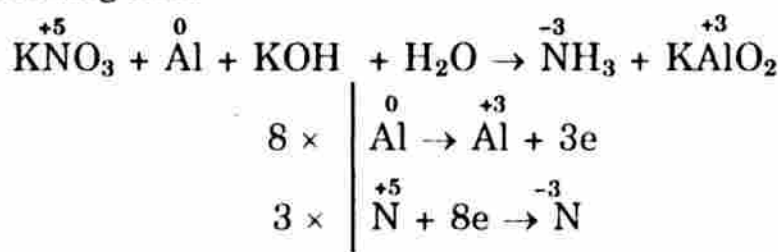
$$\left.\begin{cases}6\overset{-4/3}{C} \rightarrow 6\overset{0}{C} + 8e \\ 3\overset{-4/3}{C} \rightarrow 3\overset{+4}{C} + 16e\end{cases}\right\} \rightarrow 9\overset{-4/3}{C} \rightarrow 6\overset{0}{C} + 3\overset{+4}{C} + 24e$$

$$\begin{array}{r|l} 3\times & 3\overset{-4/3}{C} \rightarrow 2\overset{0}{C} + \overset{+4}{C} + 8e \\ 8\times & \overset{+7}{Mn} + 3e \rightarrow \overset{+4}{Mn}\end{array}$$

k) 1, 2, 1, 2, 2, 1, 4

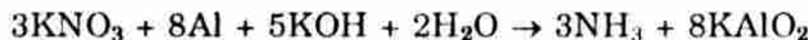
e) 2, 10, 8, 5, 2, 1, 8.

m) Hướng dẫn:



$$K\overset{+5}{N}O_3 + \overset{0}{Al} + KOH + H_2O \rightarrow \overset{-3}{N}H_3 + K\overset{+3}{Al}O_2$$

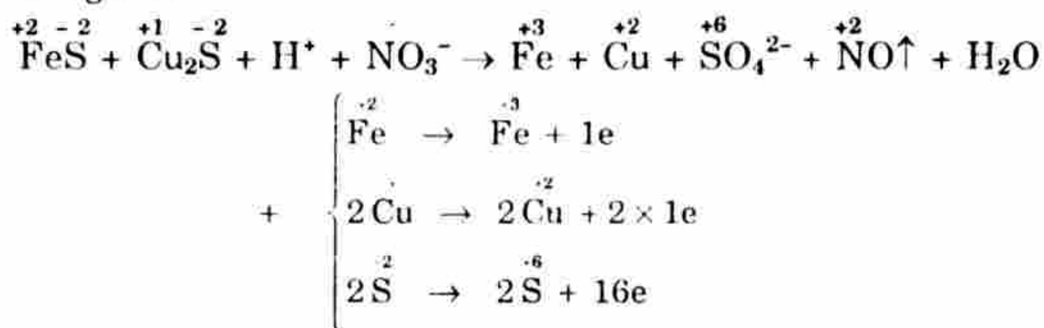
$$\begin{array}{r|l} 8\times & \overset{0}{Al} \rightarrow \overset{+3}{Al} + 3e \\ 3\times & \overset{+5}{N} + 8e \rightarrow \overset{-3}{N}\end{array}$$



$$3KNO_3 + 8Al + 5KOH + 2H_2O \rightarrow 3NH_3 + 8KAlO_2$$

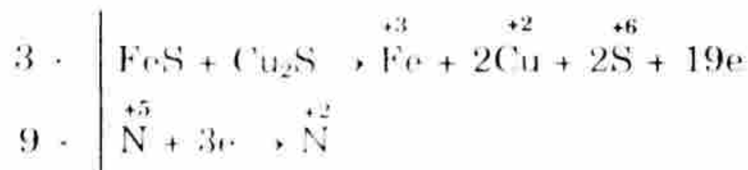
n) 2, 1, 4, 1, 1, 2, 2

o) Hướng dẫn

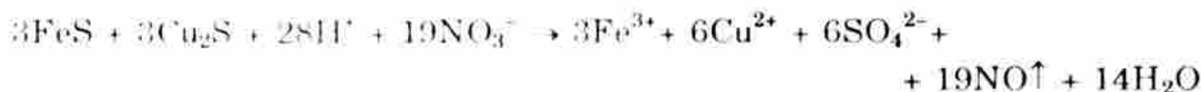


$$\overset{+2}{Fe}\overset{-2}{S} + \overset{+1}{Cu_2}\overset{-2}{S} + H^+ + NO_3^- \rightarrow \overset{+3}{Fe} + \overset{+2}{Cu} + \overset{+6}{S}O_4^{2-} + \overset{+2}{N}O\uparrow + H_2O$$

$$+\begin{cases}\overset{+2}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 1e \\ 2\overset{+1}{Cu} \rightarrow 2\overset{+2}{Cu} + 2\times 1e \\ 2\overset{-2}{S} \rightarrow 2\overset{+6}{S} + 16e\end{cases}$$



$$\begin{array}{l|l} 3\times & FeS + Cu_2S \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 2\overset{+2}{Cu} + 2\overset{+6}{S} + 19e \\ 9\times & \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \end{array}$$



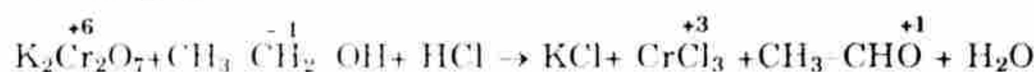
$$3FeS + 3Cu_2S + 28H^+ + 19NO_3^- \rightarrow 3Fe^{3+} + 6Cu^{2+} + 6SO_4^{2-} + 19NO\uparrow + 14H_2O$$

p) 1, 24, 12, 24, 35

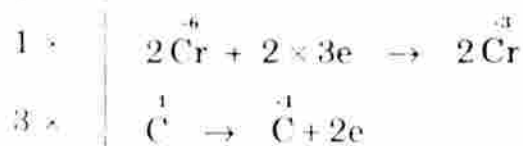
q) 3, 2, 2, 1, 1, 3

r) 2, 6, 10, 1,6, 10

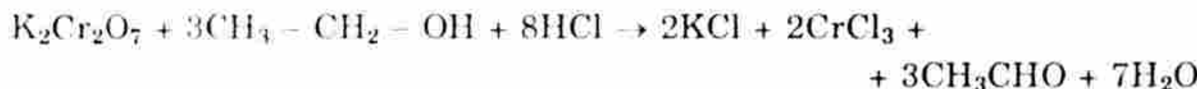
s) Hướng dẫn



$$K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + CH_3-\overset{-1}{CH_2}-OH + HCl \rightarrow KCl + \overset{+3}{Cr}Cl_3 + CH_3-\overset{+1}{CHO} + H_2O$$

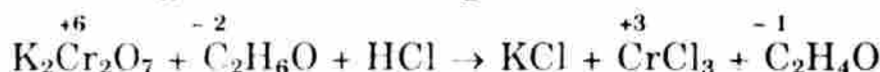


$$\begin{array}{l|l} 1\times & 2\overset{+6}{Cr} + 2\times 3e \rightarrow 2\overset{+3}{Cr} \\ 3\times & \overset{-1}{C} \rightarrow \overset{+1}{C} + 2e \end{array}$$

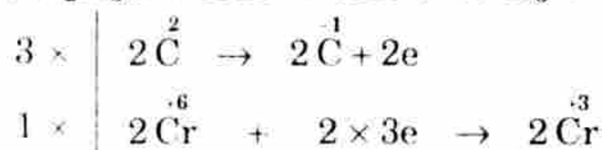


$$K_2Cr_2O_7 + 3CH_3-CH_2-OH + 8HCl \rightarrow 2KCl + 2CrCl_3 + 3CH_3CHO + 7H_2O$$

Có thể dùng số oxi hóa trung bình của C.

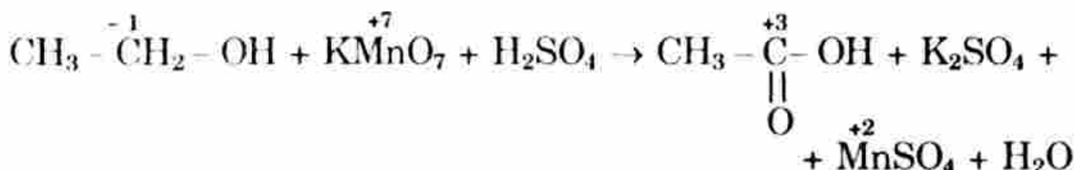


$$K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + \overset{-2}{C_2}H_6O + HCl \rightarrow KCl + \overset{+3}{Cr}Cl_3 + \overset{-1}{C_2}H_4O$$

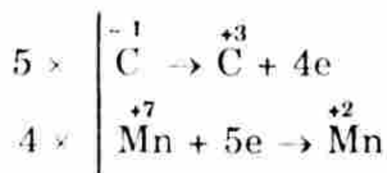


$$\begin{array}{l|l} 3\times & 2\overset{-2}{C} \rightarrow 2\overset{-1}{C} + 2e \\ 1\times & 2\overset{+6}{Cr} + 2\times 3e \rightarrow 2\overset{+3}{Cr} \end{array}$$

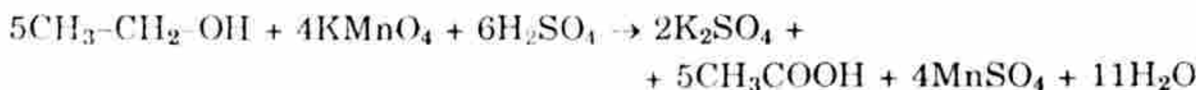
t) Hướng dẫn



$$CH_3-\overset{-1}{CH_2}-OH + K\overset{+7}{Mn}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3-\overset{+3}{C}(=O)-OH + K_2SO_4 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + H_2O$$

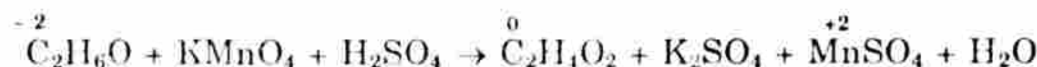


$$\begin{array}{l|l} 5\times & \overset{-1}{C} \rightarrow \overset{+3}{C} + 4e \\ 4\times & \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \end{array}$$

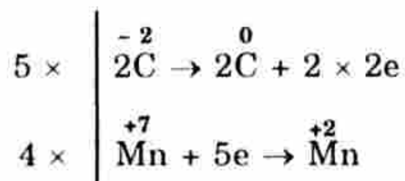


$$5CH_3-CH_2-OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 5CH_3COOH + 4MnSO_4 + 11H_2O$$

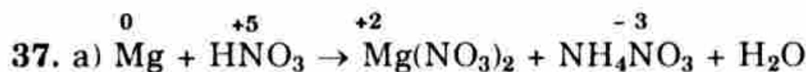
Có thể dùng số oxihóa trung bình của C



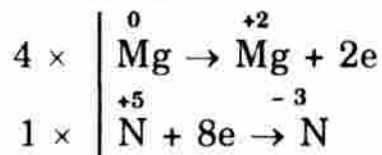
$$\overset{-2}{C_2}H_6O + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{C_2}H_4O_2 + K_2SO_4 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + H_2O$$



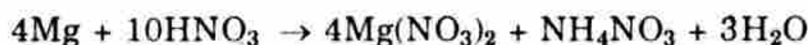
$$\begin{array}{l|l} 5 \times & 2\overset{-2}{C} \rightarrow 2\overset{0}{C} + 2 \times 2e \\ 4 \times & \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \end{array}$$



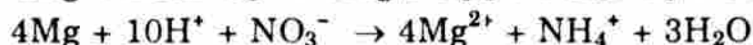
37. a) $\overset{0}{Mg} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+2}{Mg}(NO_3)_2 + \overset{-3}{N}H_4NO_3 + H_2O$



$$\begin{array}{l|l} 4 \times & \overset{0}{Mg} \rightarrow \overset{+2}{Mg} + 2e \\ 1 \times & \overset{+5}{N} + 8e \rightarrow \overset{-3}{N} \end{array}$$



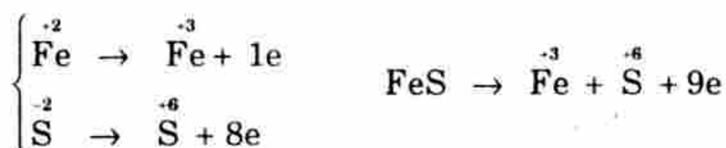
$4Mg + 10HNO_3 \rightarrow 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$



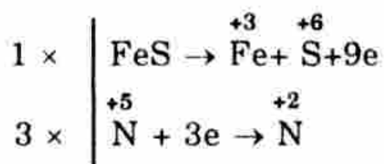
$4Mg + 10H^+ + NO_3^- \rightarrow 4Mg^{2+} + NH_4^+ + 3H_2O$

b) Hướng dẫn

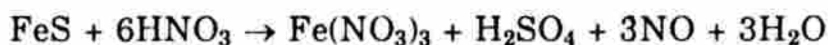
$\overset{+2}{Fe}\overset{-2}{S} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+2}{N}O + H_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+3}{Fe}(NO_3)_3 + H_2O$



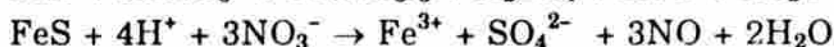
$$\left\{\begin{array}{l} \overset{+2}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 1e \\ \overset{-2}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 8e \end{array}\right. \qquad FeS \rightarrow \overset{+3}{Fe} + \overset{+6}{S} + 9e$$



$$\begin{array}{l|l} 1 \times & FeS \rightarrow \overset{+3}{Fe} + \overset{+6}{S} + 9e \\ 3 \times & \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \end{array}$$



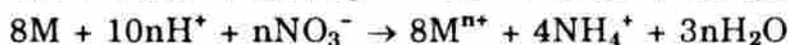
$FeS + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + 3NO + 3H_2O$



$FeS + 4H^+ + 3NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 3NO + 2H_2O$

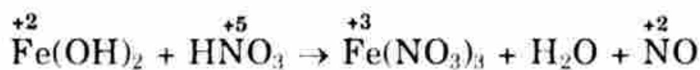
c) $3M + 4nH^+ + nNO_3^- \rightarrow 3M^{n+} + nNO + 2nH_2O$

$8M + 10nH^+ + 2nNO_3^- \rightarrow 8M^{n+} + nN_2O + 5nH_2O$

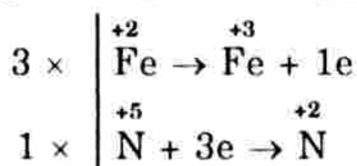


$8M + 10nH^+ + nNO_3^- \rightarrow 8M^{n+} + 4NH_4^+ + 3nH_2O$

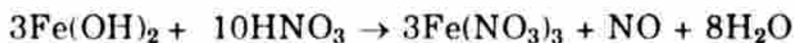
d) Hướng dẫn



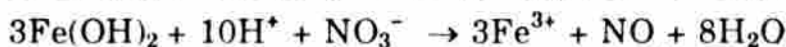
$\overset{+2}{Fe}(OH)_2 + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+3}{Fe}(NO_3)_3 + H_2O + \overset{+2}{N}O$



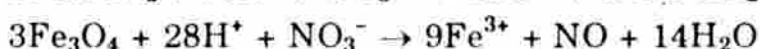
$$\begin{array}{l|l} 3 \times & \overset{+2}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 1e \\ 1 \times & \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \end{array}$$



$3Fe(OH)_2 + 10HNO_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO + 8H_2O$

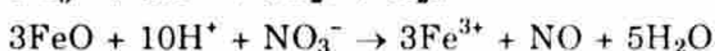


$3Fe(OH)_2 + 10H^+ + NO_3^- \rightarrow 3Fe^{3+} + NO + 8H_2O$

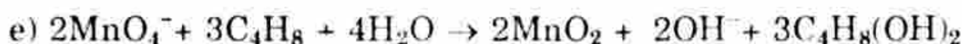


$3Fe_3O_4 + 28H^+ + NO_3^- \rightarrow 9Fe^{3+} + NO + 14H_2O$

$CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow CO_2\uparrow + H_2O$

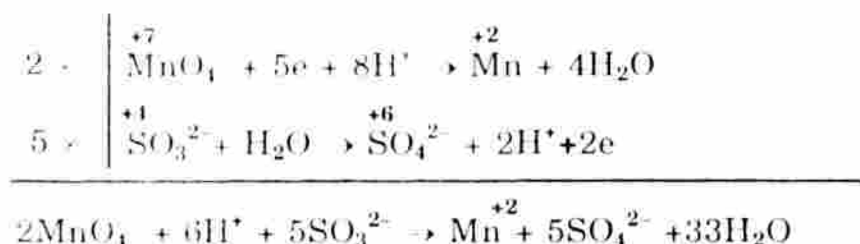


$3FeO + 10H^+ + NO_3^- \rightarrow 3Fe^{3+} + NO + 5H_2O$



e) $2MnO_4^- + 3C_4H_8 + 4H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 2OH^- + 3C_4H_8(OH)_2$

38. a)



$$\begin{array}{r|l} 2\times & \overset{+7}{Mn}O_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow \overset{+2}{Mn} + 4H_2O \\ 5\times & \overset{+4}{S}O_3^{2-} + H_2O \rightarrow \overset{+6}{S}O_4^{2-} + 2H^+ + 2e \end{array}$$

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5SO_3^{2-} \rightarrow \overset{+2}{Mn} + 5SO_4^{2-} + 33H_2O$$

$2KMnO_4 + 5Na_2SO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

b) Hệ số: 2, 1, 2, 2, 1, 1

c): 3, 5, 2, 3, 5

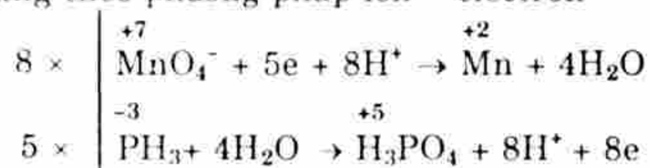
39. a) Hệ số: 2, 5, 2, 5, 2

b) : 3, 5, 2, 3, 5

c) : 2, 5. 1, 5

d): 8, 5, 12, 4, 8, 5.12

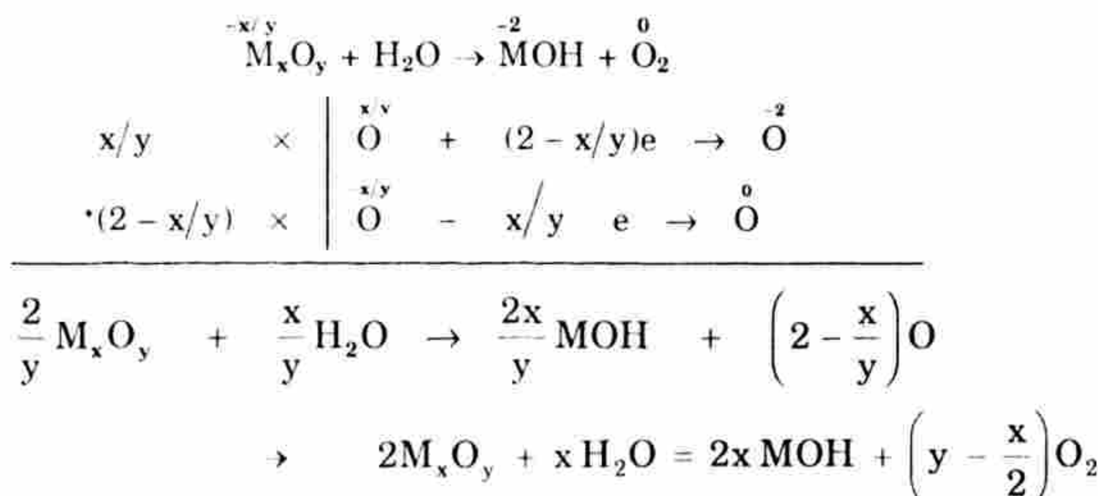
Nếu cân bằng theo phương pháp ion – electron



$$\begin{array}{r|l} 8\times & \overset{+7}{Mn}O_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow \overset{+2}{Mn} + 4H_2O \\ 5\times & \overset{-3}{P}H_3 + 4H_2O \rightarrow H_3\overset{+5}{P}O_4 + 8H^+ + 8e \end{array}$$

$8KMnO_4 + 5PH_3 + 12H_2SO_4 \rightarrow 4K_2SO_4 + 8MnSO_4 + 5H_3PO_4 + 12H_2O$

40. a) Hướng dẫn



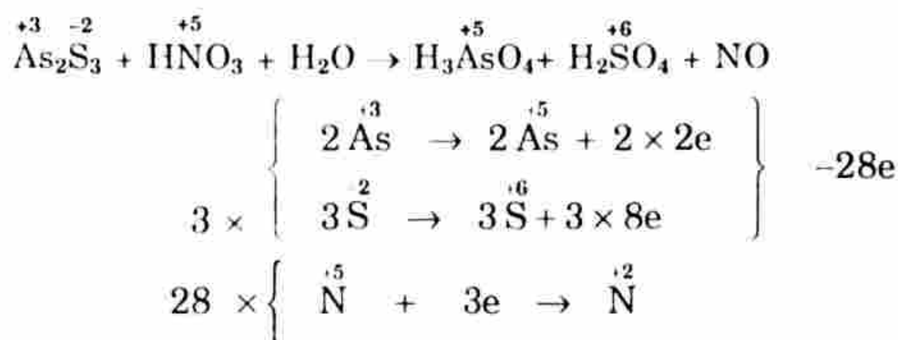
$$M_x\overset{-x/y}{O_y} + H_2O \rightarrow M\overset{-2}{O}H + \overset{0}{O_2}$$

$$\begin{array}{rr|l} x/y & \times & \overset{x/y}{O} + (2 - x/y)e \rightarrow \overset{-2}{O} \\ (2 - x/y) & \times & \overset{x/y}{O} - x/y\ e \rightarrow \overset{0}{O} \end{array}$$

$$\frac{2}{y}M_xO_y + \frac{x}{y}H_2O \rightarrow \frac{2x}{y}MOH + \left(2 - \frac{x}{y}\right)O$$

$$\rightarrow \quad 2M_xO_y + xH_2O = 2xMOH + \left(y - \frac{x}{2}\right)O_2$$

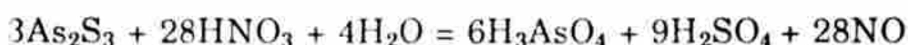
b) Hướng dẫn



$$\overset{+3}{As_2}\overset{-2}{S_3} + H\overset{+5}{N}O_3 + H_2O \rightarrow H_3\overset{+5}{As}O_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4 + NO$$

$$3\times \left\{ \begin{array}{l} 2\overset{+3}{As} \rightarrow 2\overset{+5}{As} + 2\times 2e \\ 3\overset{-2}{S} \rightarrow 3\overset{+6}{S} + 3\times 8e \end{array} \right\} -28e$$

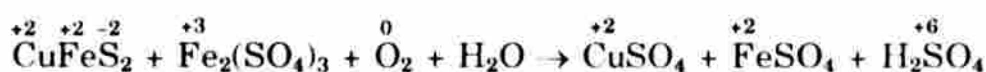
$$28 \times \left\{ \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \right.$$



$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O = 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4 + 28NO$

c) Hệ số: 24, 78, 15, 8, 8, 24

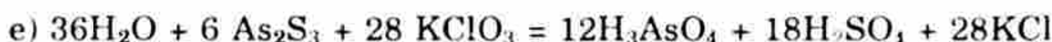
d) Hướng dẫn:



$$\overset{+2}{Cu}\overset{+2}{Fe}\overset{-2}{S}_2 + \overset{+3}{Fe}_2(SO_4)_3 + \overset{0}{O}_2 + H_2O \rightarrow \overset{+2}{Cu}SO_4 + \overset{+2}{Fe}SO_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4$$

$$\begin{array}{l|l} 16 \times & +6e \left\{ \begin{array}{l} 2\overset{+3}{Fe} + 2 \times 1e \rightarrow 2\overset{+2}{Fe} \\ 2\overset{0}{O} + 2 \times 2e \rightarrow \overset{-2}{O} \end{array} \right. \\ 6 \times & -16e \left\{ 2\overset{-2}{S} \rightarrow 2\overset{+6}{S} + 2e \times 8e \right. \end{array}$$

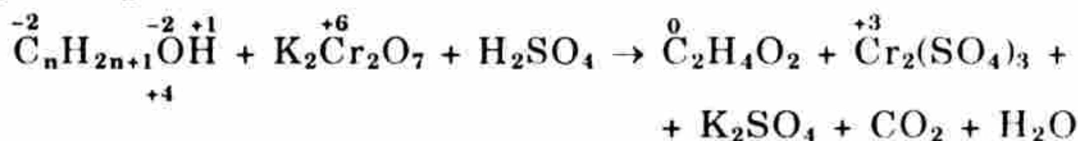
$$6CuFeS_2 + 16Fe_2(SO_4)_3 + 16O_2 + 16H_2O = 6CuSO_4 + 38FeSO_4 + 16H_2SO_4$$



e) $36H_2O + 6\ As_2S_3 + 28\ KClO_3 = 12H_3AsO_4 + 18H_2SO_4 + 28KCl$

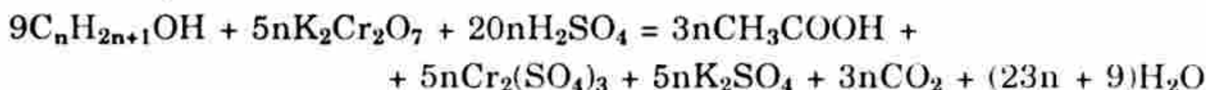
f) Hệ số: 1, 2, 14, 2, 2, 2, 2, 7

g) Hướng dẫn:



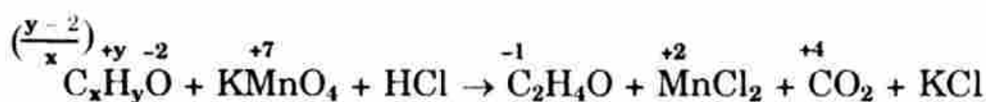
$$\overset{-2}{C}_nH_{2n+1}\overset{-2}{O}\overset{+1}{H} + K_2\overset{+6}{Cr}_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{C}_2H_4O_2 + \overset{+3}{Cr}_2(SO_4)_3 +$$
$$\overset{+4}{}\qquad + K_2SO_4 + CO_2 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 3 \times & \left. \begin{array}{l} 2n\overset{-2}{C} \rightarrow 2n\overset{0}{C} + 4ne \\ n\overset{-2}{C} \rightarrow n\overset{+4}{C} + 6ne \end{array} \right\} - 10e \\ 5n \times & 2\overset{+6}{Cr} + 2 \text{ x } 3e \rightarrow 2\overset{+3}{Cr} \end{array}$$



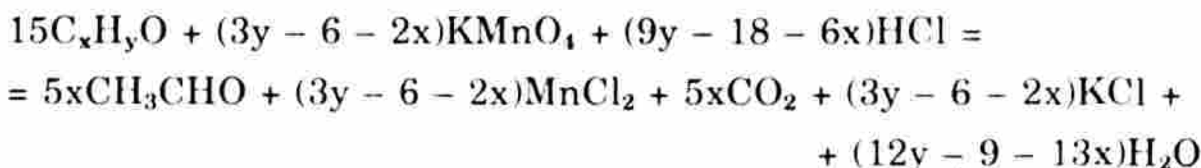
$$9C_nH_{2n+1}OH + 5nK_2Cr_2O_7 + 20nH_2SO_4 = 3nCH_3COOH +$$
$$+ 5nCr_2(SO_4)_3 + 5nK_2SO_4 + 3nCO_2 + (23n + 9)H_2O$$

h) Hướng dẫn



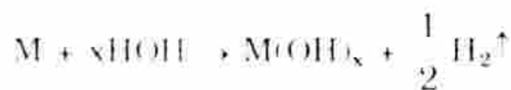
$$\overset{\left(\frac{y-2}{x}\right)}{C}_x\overset{+y}{H}_y\overset{-2}{O} + K\overset{+7}{Mn}O_4 + HCl \rightarrow \overset{-1}{C}_2H_4O + \overset{+2}{Mn}Cl_2 + \overset{+4}{C}O_2 + KCl$$

$$\begin{array}{l|l} (3y-6-2x) \times & \overset{+7}{Mn} + 5e = \overset{+2}{Mn} \\ 5 \times & \left. \begin{array}{l} 2x\overset{-\left(\frac{y-2}{x}\right)}{C} - (2y - 4 + 2x)e = 2x\overset{-1}{C} \\ x\overset{-\left(\frac{y-2}{x}\right)}{C} - (y - 2 - 4x)e = x\overset{+4}{C} \end{array} \right\} -(3y - 6 - 2x)e \end{array}$$

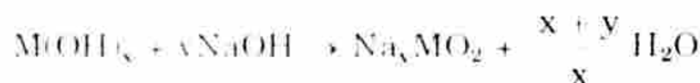


$$15C_xH_yO + (3y - 6 - 2x)KMnO_4 + (9y - 18 - 6x)HCl =$$
$$= 5xCH_3CHO + (3y - 6 - 2x)MnCl_2 + 5xCO_2 + (3y - 6 - 2x)KCl +$$
$$+ (12y - 9 - 13x)H_2O$$

41. Hướng dẫn



$$M + xHOH \rightarrow M(OH)_x + \frac{1}{2}H_2\uparrow$$



$$M(OH)_x + yNaOH \rightarrow Na_yMO_2 + \frac{x+y}{x}H_2O$$

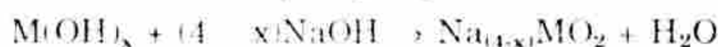
Chuyển vế cùng ẩn số x

Cân bằng số nguyên tử O

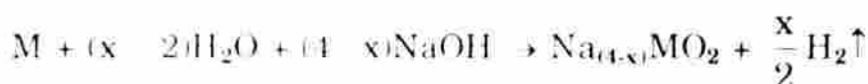
$$x + y = 2 + \frac{x+y}{2}$$

$$x + y = 4$$

$$y = 4 - x$$

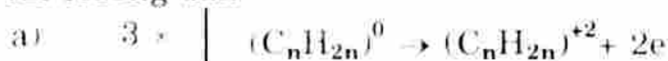


$$M(OH)_x + (4-x)NaOH \rightarrow Na_{(4-x)}MO_2 + H_2O$$



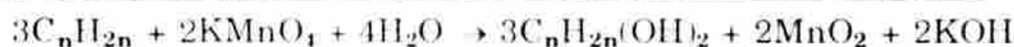
$$M + (x-2)H_2O + (4-x)NaOH \rightarrow Na_{(4-x)}MO_2 + \frac{x}{2}H_2\uparrow$$

42. Hướng dẫn



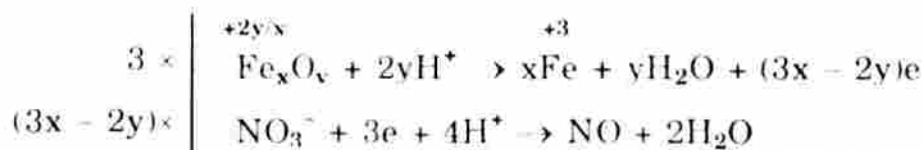
a) $3\times \quad (C_nH_{2n})^0 \rightarrow (C_nH_{2n})^{+2} + 2e$

$2\times \quad MnO_4^- + 3e + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$



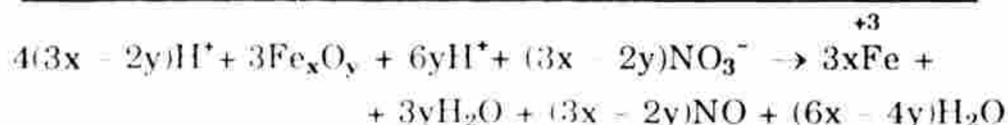
$$3C_nH_{2n} + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3C_nH_{2n}(OH)_2 + 2MnO_2 + 2KOH$$

b)

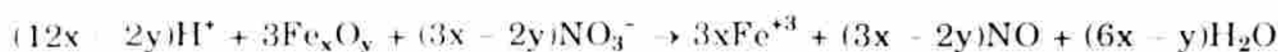


$3\times \quad \overset{+2y/x}{Fe_xO_y} + 2yH^+ \rightarrow x\overset{+3}{Fe} + yH_2O + (3x-2y)e$

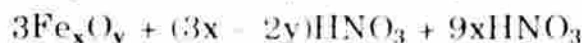
$(3x-2y)\times \quad NO_3^- + 3e + 4H^+ \rightarrow NO + 2H_2O$



$$4(3x-2y)H^+ + 3Fe_xO_y + 6yH^+ + (3x-2y)NO_3^- \rightarrow 3x\overset{+3}{Fe} + 3yH_2O + (3x-2y)NO + (6x-4y)H_2O$$



$$(12x-2y)H^+ + 3Fe_xO_y + (3x-2y)NO_3^- \rightarrow 3xFe^{+3} + (3x-2y)NO + (6x-y)H_2O$$



$$3Fe_xO_y + (3x-2y)HNO_3 + 9xHNO_3$$

$$\rightarrow 3xFe(NO_3)_3 + (3x-2y)NO + (6x-y)H_2O$$

43. $Fe_xO_y + 2yHCl \rightarrow xFeCl_{2y/x} + yH_2O$

$$n_{HCl} = \frac{52{,}14 \times 1{,}04.10}{100.36{,}5} = 0{,}15 \text{ mol}$$

Theo phương trình trên ta có tỉ lệ $\frac{4}{56x + 16y} = \frac{0{,}15}{2y}$

Giải ra ta có $\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$ Vậy công thức của sắt oxit Fe_2O_3 các sắt oxit khác không tồn tại

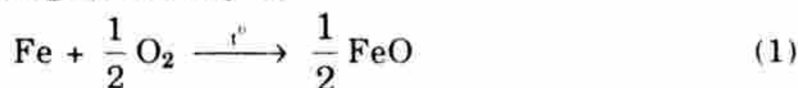
49. a) Tính % thể tích các khí trong hỗn hợp Y:

$\%V_{CO_2} = 37,5\%$ $\%V_{CO}$ chiếm 62,5%

b) X = 0,04 × 22,4 = 0,896 lít

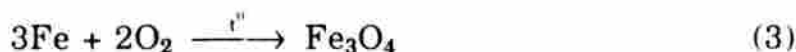
a = 1,6 gam

Các phản ứng có thể xảy ra

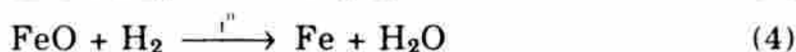


$$Fe + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{t^o} \frac{1}{2}FeO \quad (1)$$

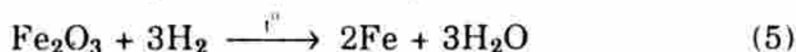
$$2Fe + 1,5O_2 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3 \quad (2)$$



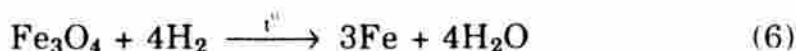
$$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{t^o} Fe_3O_4 \quad (3)$$



$$FeO + H_2 \xrightarrow{t^o} Fe + H_2O \quad (4)$$



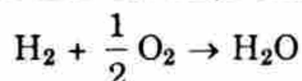
$$Fe_2O_3 + 3H_2 \xrightarrow{t^o} 2Fe + 3H_2O \quad (5)$$



$$Fe_3O_4 + 4H_2 \xrightarrow{t^o} 3Fe + 4H_2O \quad (6)$$

Từ các phản ứng trên ta nhận thấy

- Số oxi hóa của Fe không thay đổi.
- Số mol H_2 = 2 số mol O_2. Thực chất là phản ứng:



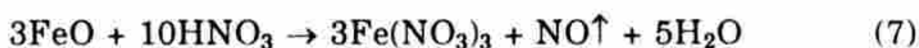
$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$$

Như vậy hiđro cho và oxi nhận electron

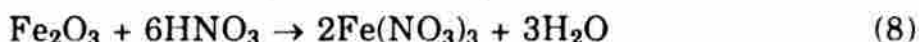
$$n_{H_2} - 2n_{O_2} = 2 \times \frac{1}{3} \frac{6,096 - 4,368}{32} = 0,036$$

$$V_{H_2} = 0,036 \times 22,4 = 0,8064 \text{ lit}$$

2. Các phản ứng hòa tan có thể có:



$$3FeO + 10HNO_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 5H_2O \quad (7)$$



$$Fe_2O_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O \quad (8)$$

$$3Fe_3O_4 + 28HNO_3 \rightarrow 9Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 14H_2O \quad (9)$$

Qua các phương trình oxi hóa-khử từ ban đầu, thì tổng số electron mà chất khử cho phải bằng tổng số electron mà các chất oxi hóa nhận.

Ta nhận thấy: Tất cả Fe từ số oxi hóa là 0 ($\overset{0}{Fe}$) là chất khử thành số oxi hóa +3 ($\overset{+3}{Fe}$)

- $\overset{+5}{N}$ là chất oxi hóa nhận 3e thành $\overset{+2}{N}$, nếu gọi số mol NO thoát ra là n, ta có: $n\overset{+5}{N} + 3ne \rightarrow n\overset{+2}{N}$

$$\overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O} \quad ; \quad n_{O_2} = \frac{0,036}{2} = 0,018$$

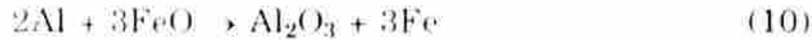
Ta có phương trình bảo toàn electron

$$3n + 0,018.4 = \frac{4,368}{56} \cdot \frac{1}{3} \cdot 3 = 0,078$$

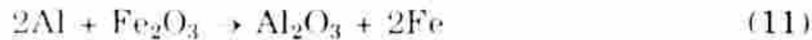
$n = 0,002$ mol

$V_{NO} = 0,002 \cdot 22,4 = 0,0448$ lit

3. Các phản ứng có thể có

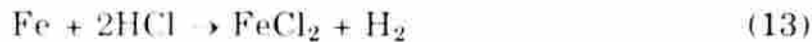


$2Al + 3FeO \rightarrow Al_2O_3 + 3Fe$ (10)

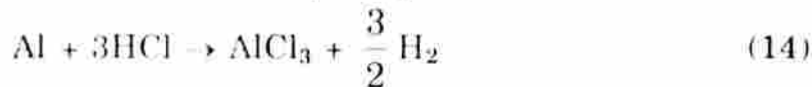


$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$ (11)

$8Al + 3Fe_3O_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Fe$ (12)

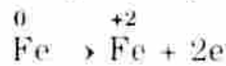


$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$ (13)

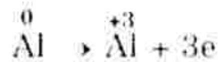


$Al + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + \frac{3}{2} H_2$ (14)

Xét các phương trình phản ứng (1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14) ta thấy

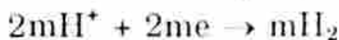


$\overset{0}{Fe} \rightarrow \overset{+2}{Fe} + 2e$



$\overset{0}{Al} \rightarrow \overset{+3}{Al} + 3e$

$\overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O}$

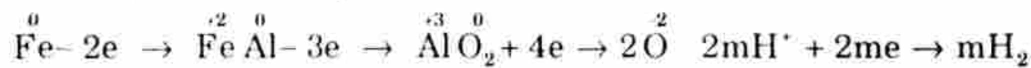


$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$. Gọi m là số mol H_2 thoát ra:

$2mH^+ + 2me \rightarrow mH_2$

Ta có phương trình bảo toàn electron như sau:

$$\frac{0,078}{3} \cdot 2 + \frac{10,8}{27} \cdot 3 = 0,018 + m.2$$



$\overset{0}{Fe} - 2e \rightarrow \overset{+2}{Fe}$ $\overset{0}{Al} - 3e \rightarrow \overset{+3}{Al}$ $\overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O}$ $2mH^+ + 2me \rightarrow mH_2$

$m = 0,59$ mol

$V_{H_2} = 0,59 \times 22,4 = 13,216$ l

54. Công thức của oxit BaO

55. Hướng dẫn

Phương trình phản ứng oxi hóa-khử

$6FeSO_4 + 2KNO_3 + 4H_2SO_4 \rightarrow 2Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$3Cu + 2KNO_3 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CuSO_4 + K_2SO_4 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

56. Hướng dẫn

- Lập phương trình tính số mol HNO_3 tác dụng với P và NaOH.
- Lập phương trình tính số mol NaOH tác dụng với HNO_3 và H_3PO_4

Giải hệ phương trình ta tính được

Khối lượng P là 31 gam

$V_{NO} = 37,24$ lit.

57. Công thức của đồng oxit CuO.

58. C.

Chương 5

SỰ ĐIỆN PHÂN

I. Khảo sát sự điện phân

II. Tính lượng sản phẩm điện phân thu được

- **Bài tập mẫu theo các chủ đề:**
  - **Điện phân nóng chảy chất điện phân**
  - **Điện phân dung dịch chất điện phân trong nước**
  - **Điện phân hỗn hợp các chất**
  - **Bài tập đề nghị**

I. KHẢO SÁT SỰ ĐIỆN PHÂN.

a) Định nghĩa sự điện phân.

Sự điện phân là quá trình oxi hóa – khử xảy ra trên bề mặt điện cực, dưới tác dụng của dòng điện một chiều chạy qua chất điện li ở trạng thái dung dịch hay nóng chảy.

b) Phản ứng oxi hóa – khử xảy ra ở điện cực khi điện phân.

– Cation (ion dương) về catot (điện cực âm), tại đó cation nhận electron để tạo ra sản phẩm (chất oxi hóa).

– Anion (ion âm) về anot (điện cực dương), tại đó anion nhường electron để tạo ra sản phẩm (chất khử).

Phản ứng oxi hóa – khử xảy ra ở điện cực là giai đoạn quan trọng nhất, cần xác định rõ ion nào ưu tiên nhận hoặc nhường electron và tạo sản phẩm là gì?

c) Sự oxi hóa-khử trên bề mặt điện cực.

• Điện phân các chất nóng chảy (muối, Al_2O_3....)

Ở catot, ion dương kim loại nhận electron.

Ở anot, ion âm nhường electron.

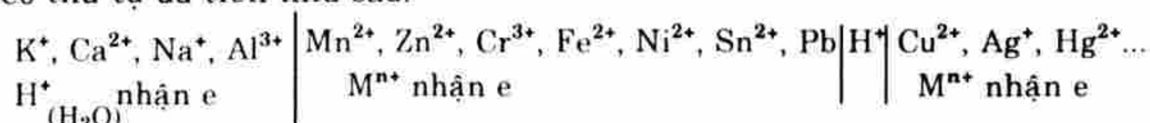
• Điện phân dung dịch chất điện phân.

– Khi điện phân dung dịch chất điện phân có nhiều chất oxi hóa và chất khử thì sẽ xảy ra oxi hóa – khử lần lượt ở các điện cực theo thứ tự ưu tiên.

– Để viết phương trình điện phân, cần xét riêng rẽ các quá trình xảy ra ở catot và ở anot.

• Thứ tự nhận electron

– Ở cực âm có các ion H^+ (H_2O) và cation kim loại. Cation kim loại nhận e theo thứ tự ưu tiên như sau:



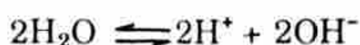
K^+, Ca^{2+}, Na^+, Al^{3+} $H^+_{(H_2O)}$ nhận e	Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, Sn^{2+}, Pb M^{n+} nhận e	H^+	Cu^{2+}, Ag^+, Hg^{2+}... M^{n+} nhận e

+ Sản phẩm tạo thành: $M^{n+} + ne \rightarrow M$

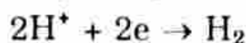
+ Riêng với ion H^+:

* Của axit: $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$

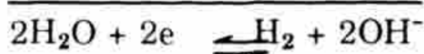
* Của nước:



$$2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$$

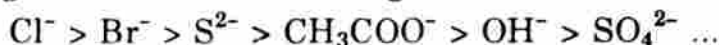


$$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$$

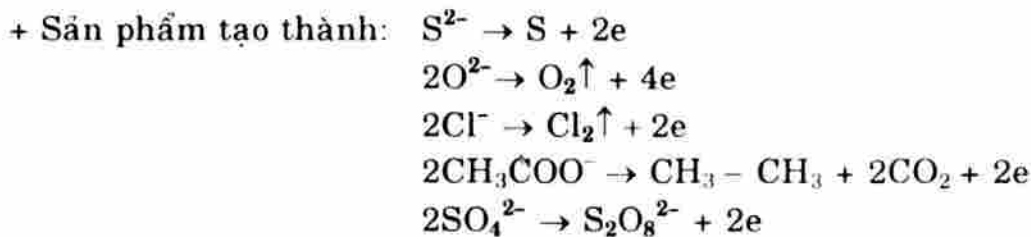


$$2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$$

– Ở cực dương có các anion và nhường electron theo thứ tự:



$$Cl^- > Br^- > S^{2-} > CH_3COO^- > OH^- > SO_4^{2-} ...$$



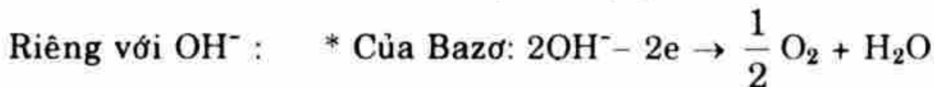
+ Sản phẩm tạo thành: $S^{2-} \rightarrow S + 2e$

$2O^{2-} \rightarrow O_2\uparrow + 4e$

$2Cl^- \rightarrow Cl_2\uparrow + 2e$

$2CH_3COO^- \rightarrow CH_3 - CH_3 + 2CO_2 + 2e$

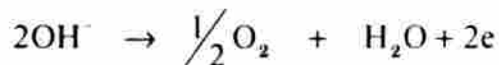
$2SO_4^{2-} \rightarrow S_2O_8^{2-} + 2e$



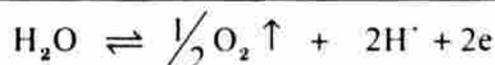
Riêng với OH^- : * Của Bazơ: $2OH^- - 2e \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + H_2O$

* Của H_2O:

$2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH$



$2OH^- \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e$



$H_2O \rightleftharpoons \frac{1}{2}O_2\uparrow + 2H^+ + 2e$

– Chú ý tới vật liệu làm anot, anot không bị hòa tan, thí dụ grafit, platin.

– Nếu anot bị hòa tan (hiện tượng dương cực tan) khi điện phân dung dịch muối trong nước, cực dương làm bằng kim loại của muối hòa tan thì cực dương bị ăn mòn, gọi là hiện tượng dương cực tan.

II. TÍNH LƯỢNG SẢN PHẨM ĐIỆN PHÂN THU ĐƯỢC

a) Tính khối lượng đơn chất

Áp dụng công thức Faraday:

$$m = \frac{AIt}{96500.n}$$

Số mol chất thu được ở điện cực:

$$\frac{m}{A} = \frac{It}{96500.n}$$

Trong đó:

m: Lượng đơn chất thu được ở điện cực (gam)

A: Khối lượng mol nguyên tử của nguyên tố tạo nên đơn chất.

n: Số electron trao đổi trong phản ứng ở điện cực.

I: Cường độ dòng điện (Ampe)

t: Thời gian điện phân (giây)

Lưu ý: • q = I.t (q là điện lượng), khi các bình điện phân mắc nối tiếp cùng q.

• $\frac{A}{n}$: Đương lượng gam của chất được giải phóng ở điện cực.

b) Tính khối lượng hợp chất.

Dùng công thức Faraday tính lượng đơn chất trước rồi suy ra lượng hợp chất bằng phương trình điện phân.

BÀI TẬP THEO CÁC CHỦ ĐỀ

Chủ đề 1: Điện phân nóng chảy chất điện phân

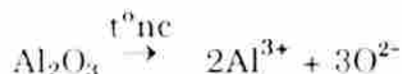
Phương pháp:

– Xác định các phản ứng oxi hóa – khử xảy ra ở các điện cực.

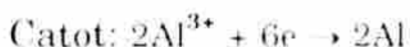
– Tương tác của sản phẩm điện phân thu được với điện cực.

Bài 1: Viết phương trình điện phân Al_2O_3 nóng chảy. Với điện cực bằng than.

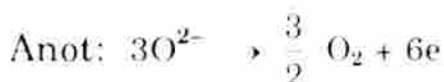
Giải



$$Al_2O_3 \xrightarrow{t^o nc} 2Al^{3+} + 3O^{2-}$$



Catot: $2Al^{3+} + 6e \rightarrow 2Al$

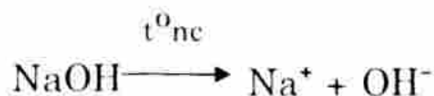


Anot: $3O^{2-} \rightarrow \frac{3}{2} O_2 + 6e$

Nếu điện cực bằng than, ở anot: $C \xrightarrow{+ O_2,\ t^o} CO\uparrow$, CO_2 bay lên nên anot bị ăn mòn dần.

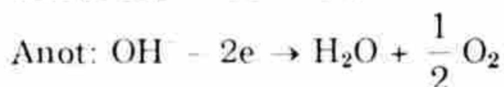
Bài 2: Viết phương trình điện phân NaOH nóng chảy

Giải



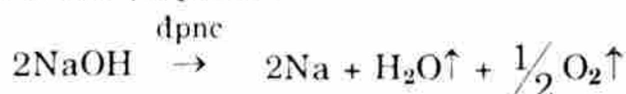
$$NaOH \xrightarrow{t^o nc} Na^+ + OH^-$$

Catot: $Na^+ + 1e \rightarrow Na$



Anot: $OH^- - 2e \rightarrow H_2O + \frac{1}{2} O_2$

Phương trình điện phân :



$$2NaOH \xrightarrow{dpnc} 2Na + H_2O\uparrow + \frac{1}{2} O_2\uparrow$$

Do oxi và hơi nước được tạo thành ở điện cực dương nên không tác dụng được với natri.

Chủ đề 2: Điện phân dung dịch chất điện phân trong nước

Phương pháp:

– Xác định các cation, anion nhận và nhường electron theo thứ tự ưu tiên.

– Phản ứng phụ: Xét phản ứng có thể xảy ra giữa từng cặp:

- Chất tạo thành ở điện cực
- Chất tan trong dung dịch
- Chất dùng làm điện cực

> *Nhận xét:*
> Khi điện phân các dung dịch:
> – Hidroxít của kim loại hoạt động hóa học mạnh (KOH, NaOH, $Ba(OH)_2$)
> – Axit có oxi (HNO_3, H_2SO_4...)
> – Muối (KNO_3, K_2SO_4...)
>
> Thực tế là điện phân H_2O để cho H_2 (ở catot) và O_2 (ở anot)

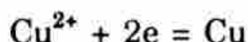
Bài 3: Giải thích quá trình điện phân dung dịch $CuSO_4$ với điện cực bằng Cu.

Giải

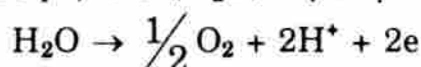
$CuSO_4 = Cu^{2+} + SO_4^{2-}$

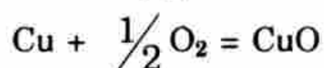
$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

Catot: Cu^{2+}, $H^+_{(H_2O)}$


$Cu^{2+} + 2e = Cu$

Anot: SO_4^{2-}, OH^- (H_2O) điện cực bằng đồng


$H_2O \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e$


$Cu + \frac{1}{2}O_2 = CuO$

$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$

Như vậy dương cực tan dần, còn catot thì lượng đồng bám vào ngày càng tăng. Hiện tượng này gọi là hiện tượng dương cực tan.

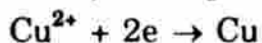
Bài 4: Giải thích quá trình điện phân dung dịch $CuCl_2$ với điện cực bằng Cu.

Giải

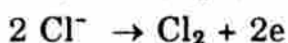
$CuCl_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Cl^-$

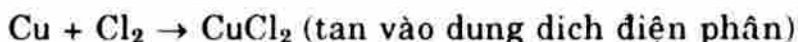
$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

Catot: Cu^{2+}, H^+ (H_2O)


$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$

Anot: Cl^-, OH^- (H_2O)


$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$

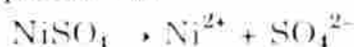

$Cu + Cl_2 \rightarrow CuCl_2$ (tan vào dung dịch điện phân)

Như vậy dương cực cứ tan dần, còn catot lượng đồng bám vào ngày càng tăng.

Bài 5: Giải thích quá trình điện phân dung dịch $NiSO_4$ với anot trơ hoặc với anot bằng Ni.

Giải

a) Trường hợp anot trơ



$$NiSO_4 \rightarrow Ni^{2+} + SO_4^{2-}$$

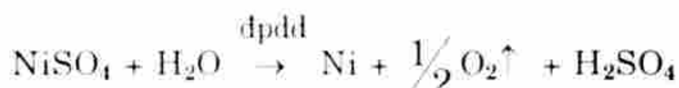
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

Catot: Ni^{2+}, $H^+(H_2O)$

$$Ni^{2+} + 2e \rightarrow Ni$$

Anot: SO_4^{2-}, $OH^-(H_2O)$

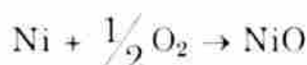
$$H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2\uparrow + 2e$$



$$NiSO_4 + H_2O \xrightarrow{đpdd} Ni + \frac{1}{2}O_2\uparrow + H_2SO_4$$

b) Trường hợp anot bằng Ni

Phương trình phản ứng xảy ra như nêu trên, riêng phản ứng xảy ra ở anot có khác:



$$Ni + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NiO$$

$$NiO + H_2SO_4 \rightarrow NiSO_4 + H_2O$$

Và cứ như vậy cực dương tan dần, cực âm khối lượng Ni cứ tăng dần. Trong thực tế người ta dựa vào phản ứng trên để mạ điện.

Nhận xét: – Điện phân dung dịch muối (thường là muối sunfat) của kim loại M (trung bình hoặc yếu) với anot bằng chính kim loại M được ứng dụng trong sự mạ điện (hiện tượng dương cực tan).

– Không xảy ra phản ứng giữa axit sinh ra trong quá trình điện phân với điện cực (khi có dòng điện chạy qua) khi ngừng điện phân : xét phản ứng xảy ra bình thường.

Chủ đề 3: Điện phân hỗn hợp các chất

Phương pháp

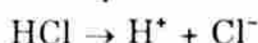
– Xác định cation, anion nhận electron và nhường electron theo thứ tự ưu tiên.

– Viết phương trình điện phân, sản phẩm thu được theo thời gian điện phân.

Bài 6: Hòa tan $CuSO_4.5H_2O$ vào một lượng dung dịch HCl. Viết các phương trình xảy ra khi điện phân.

Giải

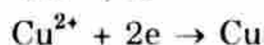
$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$



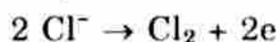
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

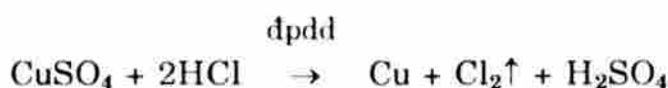
Catot: Cu^{2+} , H^+


$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$

Anot: Cl^-, OH^-


$2\,Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$

Phương trình điện phân


$$CuSO_4 + 2HCl \xrightarrow{đpdd} Cu + Cl_2\uparrow + H_2SO_4$$

Bài 7: Cho hỗn hợp dung dịch NaCl và $CuSO_4$

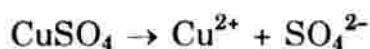
a) Viết phương trình điện phân hỗn hợp dung dịch trên

b) Giải thích tại sao dung dịch sau điện phân hòa tan Al_2O_3

Giải

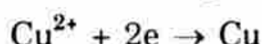
a)

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$


$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

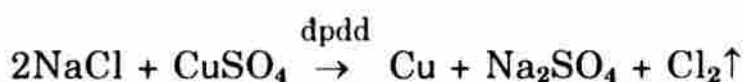
Catot: Cu^{2+} , $H^+(H_2O)$


$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$

Anot: Cl^-, SO_4^{2-}, $OH^-(H_2O)$

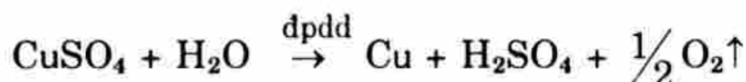
$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$

Phương trình điện phân


$$2NaCl + CuSO_4 \xrightarrow{đpdd} Cu + Na_2SO_4 + Cl_2\uparrow$$

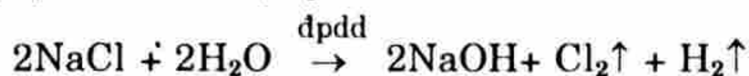
b) Dung dịch sau khi điện phân hòa tan Al_2O_3, như vậy có hai khả năng xảy ra:

* Dung dịch sau khi điện phân còn $CuSO_4$ dư:


$$CuSO_4 + H_2O \xrightarrow{đpdd} Cu + H_2SO_4 + \tfrac{1}{2}O_2\uparrow$$

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

* Dung dịch sau khi điện phân còn NaCl dư:


$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{đpdd} 2NaOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

8. Nêu nguyên tắc chung trường hợp điện phân dung dịch muối MA (bằng điện cực trơ) để nhận được dung dịch sau điện phân là:

1. Dung dịch axit:

a) Dung dịch muối có cation kim loại (M^{n+}) dễ bị điện phân.

b) Dung dịch muối có cation kim loại (M^{n+}) khó bị điện phân.

c) Dung dịch muối có cation kim loại (M^{n+}) dễ bị điện phân (đứng sau Al trong dãy điện hóa của kim loại) và anion (A^{n-}) không được điện phân (như SO_4^{2-}, NO_3^- ...).

2. Dung dịch kiềm

a) Điện phân các muối của các kim loại kiềm

b) Điện phân các muối của các kim loại (Na^+, Ba^{2+}, Ca^{2+},...) với anion (A^{n-}) dễ bị điện phân (như Cl^-, Br^-, I^-).

9. Có 2 bình chứa dung dịch HNO_3 loãng, cùng nồng độ, cùng thể tích. Người ta cho vào bình thứ nhất một lượng kim loại M, vào bình thứ hai một lượng kim loại N. Cả 2 kim loại đều tan hoàn toàn và ở hai bình đều thoát ra khí duy nhất NO và có thể tích bằng nhau ở cùng điều kiện (nhiệt độ, áp suất). Sau đó người ta làm hai thí nghiệm sau:

– Nếu làm thí nghiệm 1: Mắc nối tiếp hai bình rồi điện phân thì thấy khối lượng kim loại bám ở catot bình thứ nhất so với bình thứ hai luôn luôn là 27/14.

– Nếu làm thí nghiệm 2: Trộn 2 bình lại, rồi điện phân cho đến khi khối lượng các điện cực không đổi nữa thì thấy tiêu hao một điện lượng 7720 Coulomb và hiệu số khối lượng hai điện cực là 6,56 gam.

a) Tính khối lượng ban đầu của mỗi kim loại, xác định tên kim loại M, N. Biết rằng điện phân điện cực có vách ngăn, điện cực trơ khối lượng các điện cực bằng nhau và tất cả các quá trình hiệu suất 100%.

b) Trước khi điện phân người ta cho vào dung dịch vài giọt quỳ tím không đổi màu, trong quá trình điện phân màu quỳ tím có thay đổi không. Tại sao?

10. Có 400ml dung dịch chứa HCl và KCl, đem điện phân trong bình điện phân có vách ngăn với cường độ dòng điện là 9,65A trong 20 phút thì dung dịch chứa một chất tan có pH = 13.

a) Viết phương trình điện phân.

b) Tính nồng độ của dung dịch ban đầu (coi thể tích dung dịch thay đổi không đáng kể).

11. Trong 500ml dung dịch A chứa 0,4925 gam hỗn hợp gồm muối clorua và hiđroxit của kim loại kiềm. Đo pH của dung dịch A có pH = 12. Khi điện phân 1/10 dung dịch A cho đến khi hết Cl_2 thì thu được 11,2ml Cl_2 ở 273^0C và 1 atm.

a) Xác định kim loại kiềm. Biết rằng trong bình điện phân có vách ngăn.

b) Cho 1/10 dung dịch A tác dụng vừa đủ với 25ml dung dịch $CuCl_2$.

Tính $C_{M(CuCl_2)}$

c) Phải điện phân 1/10 dung dịch A trong bao lâu với cường độ dòng điện là 96,5A để dung dịch chứa một chất tan có pH = 13.

12. Trong bình điện phân thứ nhất (bình I), người ta hòa tan 0,3725 gam XCl của kim loại kiềm vào nước. Mắc nối tiếp bình I với bình II chứa dung dịch $CuSO_4$. Sau một thời gian điện phân thấy catot ở bình II có 0,16 gam kim loại bám vào còn bình I thấy chứa một chất tan có pH = 13.

a) Tính thể tích dung dịch bình I sau khi điện phân.

b) Cho biết bình I chứa chất gì ?

13. Cho 6,55 gam hỗn hợp Au, Cu và một kim loại M (hiđroxit của nó lưỡng tính) tác dụng với H_2SO_4 loãng thu được một thể tích khí bằng thể tích khí (đktc) sinh ra ở catot khi điện phân dung dịch NaCl bằng dòng điện 5A trong 64 phút 20 giây với hiệu suất điện phân 90%. Hòa tan cũng lượng hỗn hợp kim loại trên vào một lượng vừa đủ HNO_3 loãng. Lọc thu dung dịch B, dung dịch này nếu cho tác dụng với NaOH dư thì thu được một kết tủa và nung đến khối lượng không đổi cân nặng 6 gam, còn nếu nhúng một thanh kim loại M sạch vào tới khi dung dịch hết màu xanh, rồi xử lý dung dịch còn lại bằng NaOH vừa đủ, để không còn kết tủa, thì tốn hết 17,6 gam. Biết M tác dụng với HNO_3 loãng cho muối, NO, H_2O; công thức của muối tạo ra từ muối nitrat của M tác dụng với NaOH là $NaMO_{(n+1)/2}$ (n là hóa trị của M); thanh kim loại M sau phản ứng nặng thêm 3,45 gam (kim loại bị đẩy ra bám hoàn toàn vào thanh kim loại). Hãy cho biết.

a) Kim loại M.

b) Thành phần % theo khối lượng của các kim loại trong hỗn hợp. Giả thiết các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

14. Hòa tan 16,6 gam hỗn hợp bột mịn A gồm Mg kim loại, kim loại (II) oxit kém hoạt động và kim loại (III) oxit trong HCl dư, thu được khí B_1 và dung dịch C. Dẫn khí B_1 qua bột CuO nung nóng, thu được 3,6 gam nước. Làm khô $\frac{1}{2}$ dung dịch C, đến khối lượng không đổi, được 24,2 gam hỗn hợp muối khan. Điện phân $\frac{1}{2}$ dung dịch C cho đến khi ion kim loại hóa trị 2 phóng điện hết, thu được 0,71 gam chất khí ở anot.

a) Xác định kim loại hóa trị 2 và kim loại hóa trị 3, biết rằng chúng nằm trong dãy Bêkêtốp và khối lượng nguyên tử kim loại hóa trị 2 lớn gấp hơn 2 lần khối lượng nguyên tử của kim loại hóa trị 3.

b) Tính thành phần % khối lượng của A.

c) Nêu tên và ứng dụng trong kĩ nghệ của một hợp kim mà trong đó thành phần chủ yếu là các kim loại trên.

15. Hòa tan 12,5 gam $CuSO_4.5H_2O$ vào một lượng dung dịch chứa a phân tử gam HCl, ta được 100m*l* dung dịch X. đem điện phân dung dịch X với điện cực trơ và cường độ dòng điện một chiều 5A trong 386 giây.

a) Viết các phương trình xảy ra khi điện phân.

b) Xác định nồng độ phân tử gam (mol/*l*) của các chất tan sau điện phân (xem thể tích dung dịch không đổi).

c) Sau điện phân lấy điện cực ra rồi cho vào phần dung dịch 5,9 gam kim loại M (đứng sau Mg trong dãy Bêkêtốp) khi phản ứng kết thúc ta thu được 0,672 lít khí ở điều kiện $54,6^0C$ và 1,6 atm. Lọc dung dịch thu được 3,26 gam chất tan.

Hãy xác định kim loại M và tính giá trị của a.

d) Nếu không cho kim loại M mà điện phân tiếp thì về nguyên tắc cần điện phân bao lâu nữa mới thấy bọt khí ở catot.

(Đề thi tuyển sinh vào Trường Đại học Bách khoa năm 1989)

16. Điện phân 200ml dung dịch NaCl (D = 1,1g/ml) với điện cực bằng than, có màng ngăn xốp và dung dịch luôn được khuấy đều. Khí ở catot thoát ra 22,4 lít khí ở điều kiện 20°C, 1 atm thì ngừng điện phân.

a) Viết phương trình điện phân xảy ra và các phản ứng xảy ra ở điện cực.

b) Hợp chất trong dung dịch sau khi kết thúc quá trình điện phân là gì? Xác định nồng độ % của nó.

17. Nêu nguyên tắc chung cho trường hợp:

a) Điện phân dung dịch muối để thu được dung dịch kiềm.

b) Điện phân dung dịch muối để thu được dung dịch axit.

c) Điện phân dung dịch muối để không thu được dung dịch axit cũng như bazơ.

d) Điện phân dung dịch muối chỉ là điện phân nước.

18. Khi điện phân có màng ngăn dung dịch gồm NaCl, HCl. Sau từng thời gian xác định, người ta thấy các trường hợp sau:

a) Dung dịch thu được làm đỏ quỳ tím.

b) Dung dịch thu được không đổi màu quỳ tím.

c) Dung dịch thu được làm xanh quỳ tím.

Hãy giải thích quá trình điện phân xảy ra trong mỗi trường hợp trên. Viết các phương trình phản ứng.

19. Khảo sát sự điện phân của dung dịch chứa $FeCl_3$, $FeCl_2$ và $CuCl_2$.

20. Khảo sát sự điện phân dung dịch $CuSO_4$ với điện cực bằng Pt. Sau khi sự điện phân xảy ra, người ta nối 2 điện cực bằng một dây kim loại thì có hiện tượng gì xảy ra?

(Đề thi học sinh giỏi Hóa Quốc gia 1994).

21.1. Cần 2 lít dung dịch $CuSO_4$ 0,01M có pH = 2,00 để mạ điện:

a) Tại sao dung dịch cần pH thấp như vậy.

b) Trong phòng thí nghiệm có muối $CuSO_4.5H_2O$, nước nguyên chất, H_2SO_4 98% (D = 1,8g/ml). Hãy trình bày cách chuẩn bị dung dịch trên (bỏ qua chất phụ).

2. Có vật cần mạ, bản đồng, dung dịch vừa được chuẩn bị trên và nguồn điện thích hợp.

a) Hãy trình bày sơ đồ của hệ thống để thực hiện sự mạ điện này (có hình vẽ). Viết phương trình phản ứng xảy ra trên điện cực.

b) Tính thời gian thực hiện sự mạ điện nếu biết:

I = 0,5 ampe; lớp mạ có diện tích $10cm^2$, bề dày 0,17 mm; khối lượng riêng của đồng là 8,89 g/cm^3; hiệu suất của sự điện phân này đạt 80%.

(Đề thi học sinh giỏi Hóa Quốc gia 1995)

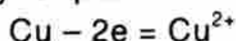
22. Hòa tan 1,12 gam hỗn hợp gồm Ag và Cu trong 19,6 gam dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (dung dịch A) thu được SO_2 và dung dịch muối B. Cho $Ba(NO_3)_2$ tác dụng với dung dịch thu được khi oxi hóa SO_2 thoát ra ở trên bằng nước Br_2 dư thì tạo thành 1,864 gam kết tủa.

Hòa tan lượng muối B thành 500ml dung dịch, sau đó điện phân 100ml dung

dịch trong thời gian 7 phút 43 giây với điện cực trơ cường độ dòng điện I = 0,5A.

1. Tính khối lượng Ag và Cu trong hỗn hợp đầu.

2. a) Tính nồng độ % của axit H_2SO_4 trong A, biết rằng chỉ có 10% H_2SO_4 đã phản ứng với Ag và Cu.

b) Nếu lấy  $\frac{1}{2}$ dung dịch A pha loãng để có pH = 2 thì thể tích dung dịch sau khi pha loãng là bao nhiêu? (Biết axit H_2SO_4 điện li hoàn toàn).

3. a) Tính khối lượng kim loại thoát ra ở catot.

b) Nếu điện phân với anot bằng Cu cho đến khi trong dung dịch không còn ion Ag^+ thì khối lượng catot tăng bao nhiêu gam và khối lượng anot giảm bao nhiêu gam. Biết rằng ở anot xảy ra quá trình:

$$Cu - 2e = Cu^{2+}$$

23. Mắc nối tiếp hai bình điện phân: Bình X chứa 800ml dung dịch muối MCl_2 nồng độ a mol/l và HCl nồng độ 4a mol/*l*; bình Y chứa 800 ml dung dịch $AgNO_3$.

– Sau 3 phút 13 giây điện phân thì ở catot bình X thoát ra 1,6 gam kim loại, còn ở catot bình Y thoát ra 5,4 gam kim loại.

– Sau 9 phút 39 giây điện phân thì ở catot bình X thoát ra 3,2 gam kim loại, còn ở catot bình Y thoát ra 16,2 gam kim loại.

Biết cường độ dòng điện không đổi và hiệu suất điện phân là 100%.

Sau 9 phút 39 giây thì ngưng điện phân, lấy 2 dung dịch thu được sau điện phân đổ vào nhau thì thu được 6,1705 gam kết tủa và dung dịch Z có thể tích là 1,6 lít.

1. Giải thích các quá trình điện phân.

2. Tính khối lượng nguyên tử của M.

3. Tính nồng độ mol của các chất trong các dung dịch ban đầu ở bình X, Y và trong dung dịch Z, giả sử thể tích các dung dịch không đổi.

4. Hãy so sánh thể tích khí thoát ra ở anot của bình X và bình Y.

24. Hòa tan 150 gam tinh thể $CuSO_4.5H_2O$ vào 600m*l* dung dịch HCl 0,6 mol/*l* ta được dung dịch A. Chia dung dịch A thành 3 phần bằng nhau:

1. Tiến hành điện phân phần 1 với dòng điện cường độ 1,34 ampe trong vòng 4 giờ. Tính khối lượng kim loại thoát ra ở catot và thể tích kim loại (ở đktc) thoát ra ở anot, biết hiệu suất điện phân là 100%.

2. Cho 5,4 gam nhôm kim loại vào phần 2. Sau một thời gian ta thu được 1,344 lít khí (ở đktc), dung dịch B và chất rắn C. Cho dung dịch B tác dụng với xút dư rồi lấy kết tủa nung ở nhiệt độ cao thì thu được 4 gam chất rắn. Tính khối lượng chất rắn C.

3. Cho 13,7 gam bari kim loại vào phần thứ 3. Sau khi kết thúc tất cả các phản ứng, lọc lấy kết tủa, rửa sạch và đem nung ở nhiệt độ cao thì thu được bao nhiêu gam chất rắn, biết rằng khi tác dụng với bazơ, Cu^{2+} chỉ tạo thành $Cu(OH)_2$.

25. Điện phân (với điện cực Pt) 200 ml dung dịch $Cu(NO_3)_2$ đến khi bắt đầu có khí thoát ra ở catot thì dừng lại. Để yên dung dịch cho đến khi khối lượng của catot không đổi, thấy khối lượng catot tăng 3,2gam so với lúc chưa điện phân. Tính nồng độ phân tử gam của dung dịch $Cu(NO_3)_2$ trước khi điện phân.

(Đề thi tuyển sinh vào Trường Đại học Y Dược Tp. Hồ Chí Minh năm 1995)

0,4M) bằng điện cực Pt (trơ) với cường độ dòng điện 2,68 Ampe trong thời gian t giờ.

– Lập hàm số mô tả sự phụ thuộc của pH vào thời gian điện phân t trong khoảng (0 < t < 1 giờ).

- Vẽ đồ thị hàm số trên.

Biết: – Hằng số Faraday F = 26,8 Ampe.giờ

– Thể tích dung dịch không đổi trong khi điện phân.

– Các giá trị logarit của x

x	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
lgx	– 0,301	– 0,222	– 0,155	– 0,097	– 0,046	0

(Đề thi tuyển sinh vào Trường Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh năm 1995)

27. Viết phương trình phản ứng xảy ra khi điện phân hỗn hợp dung dịch gồm KCl, HCl, $CuCl_2$ với điện cực trơ, bình điện phân có màng ngăn. Trong quá trình điện phân pH của dung dịch thay đổi như thế nào? (tăng hay giảm)?

(Đề thi tuyển sinh vào Đại học Thương mại năm 1998 – 1999)

28. a) Nêu bản chất của sự điện phân.

b) Tiến hành điện phân trong những điều kiện thích hợp, dùng 2 điện cực trơ.

– NaOH nóng chảy

– Dung dịch NaOH

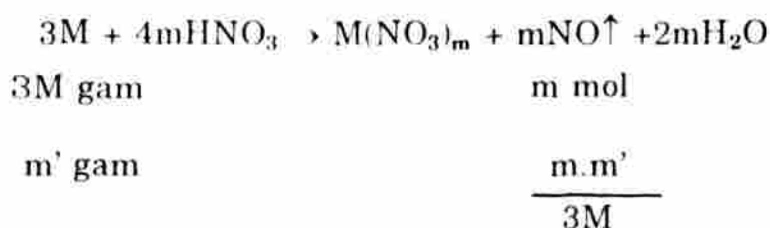
Hãy viết các phương trình phản ứng xảy ra trên các điện cực và phương trình biểu diễn sự điện phân của các trường hợp đó.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Quốc gia Hà Nội năm 1998 – 1999)

HƯỚNG DẪN GIẢI, ĐÁP SỐ

9. a) Gọi M là khối lượng nguyên tử của kim loại M, m là hóa trị của kim loại M, m' là khối lượng kim loại bám vào catot và cũng là khối lượng hòa tan.

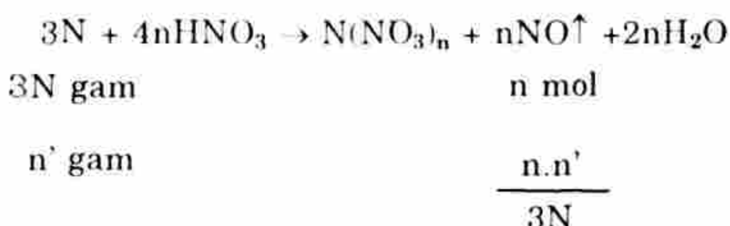
Gọi N là khối lượng nguyên tử của kim loại N, n là hóa trị của kim loại N, n' là khối lượng kim loại bám vào catot và cũng là khối lượng hòa tan.



$$3M + 4mHNO_3 \rightarrow M(NO_3)_m + mNO\uparrow + 2mH_2O$$

3M gam   m mol

m' gam $\frac{m.m'}{3M}$



$$3N + 4nHNO_3 \rightarrow N(NO_3)_n + nNO\uparrow + 2nH_2O$$

3N gam   n mol

n' gam $\frac{n.n'}{3N}$

– Theo đầu bài sau phản ứng thể tích khí được giải phóng bằng nhau trong cùng điều kiện tức là số mol NO bằng nhau.

Ta có: $\frac{m.m'}{3M} = \frac{n.n'}{3N}$

– Khi cho dòng điện qua 2 bình mắc nối tiếp thì điện lượng qua hai bình là như nhau, khối lượng kim loại giải phóng ở hai điện cực có tỉ lệ: $\frac{m'}{n'} = \frac{27}{14}$

– Khi trộn 2 bình, rồi điện phân đến khối lượng điện cực không đổi và hiệu số khối lượng 2 điện cực là 6,56 gam tức là tổng khối lượng kim loại được giải phóng và bằng 6,56 gam.

– Khi điện phân 2 bình riêng rẽ thì lượng điện tiêu thụ ở mỗi bình là như nhau vì 2 bình mắc nối tiếp (cùng I, cùng t, q = It) vì khi trộn 2 bình rồi điện phân hoàn toàn thì lượng điện tiêu thụ bằng tổng lượng điện đã tiêu thụ ở hai bình ban đầu. Do đó lượng điện để giải phóng mỗi kim loại là $\frac{7720}{2}$ = 3860 Coulomb.

– Ta tính khối lượng ban đầu các kim loại như sau:

$$\begin{cases} m' + n' = 6,56g \\ \frac{m'}{n'} = \frac{27}{14} \end{cases}$$

Giải hệ phương trình 2 ẩn ta có:

$m' = 4,32$ g

$n' = 2,24$ g

Theo (a) $\frac{m.m'}{3M} = \frac{n.n'}{3N} \rightarrow \frac{m'}{n'} = \frac{M.n}{N.m} = \frac{27}{14}$ (b)

Theo định luật Faraday:

$$m' = \frac{M.3860}{96500\,m} \rightarrow \frac{M}{m} = \frac{m'.96500}{3860}$$

Thay m' vào ta có: $\frac{M}{m} = \frac{4,32.96500}{3860} = 108$

M = 108m

Nếu:
- m = 1 → M = 108 (Ag)
- m = 2 → M = 216 (loại)
- m = 3 → M = 324 (loại)

Thay M = 108 vào (b) ta có: $\frac{108n}{N.1} = \frac{27}{14}$

N = 56n

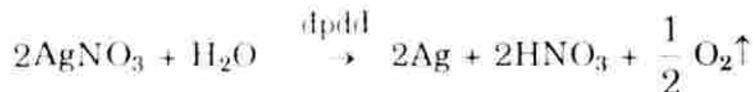
Nếu: n = 1 → N = 56 (loại vì Fe không có hóa trị 1)

$n = 2 \rightarrow N = 112$ (Cd)

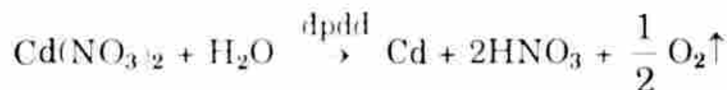
$n = 3 \rightarrow N = 169$ (loại)

Vậy hai kim loại là Ag – Cd

b) Màu quỳ tím đổi thành màu hồng vì dung dịch sau điện phân cho axit HNO_3



$$2AgNO_3 + H_2O \xrightarrow{dpdd} 2Ag + 2HNO_3 + \frac{1}{2}O_2\uparrow$$



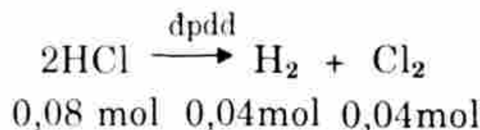
$$Cd(NO_3)_2 + H_2O \xrightarrow{dpdd} Cd + 2HNO_3 + \frac{1}{2}O_2\uparrow$$

10. $m_H = \dfrac{1.9,65.1200}{96500.1} = 0,12g \rightarrow n_{H_2} = 0,06$ mol

$pH = 13 \rightarrow pOH = 1 \rightarrow [OH^-] = 10^{-1} = 0,1$ mol

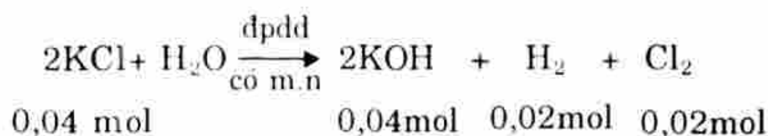
Trong 1 lít dung dịch có 0,1 mol KOH

0,4 lít dung dịch có 0,04 mol KOH



$$2HCl \xrightarrow{dpdd} H_2 + Cl_2$$

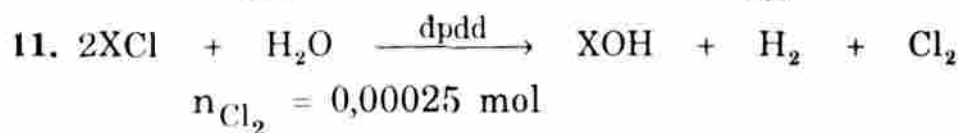
0,08 mol 0,04mol 0,04mol



$$2KCl + H_2O \xrightarrow[\text{có m.n}]{dpdd} 2KOH + H_2 + Cl_2$$

0,04 mol 0,04mol 0,02mol 0,02mol

$[HCl] = \dfrac{0,08}{0,4} = 0,2M$ $[KCl] = \dfrac{0,04}{0,4} = 0,1M$



11. $2XCl + H_2O \xrightarrow{dpdd} XOH + H_2 + Cl_2$

$n_{Cl_2} = 0,00025$ mol

$n_{XCl} = 2n_{Cl_2} = 0,0005$ mol

n_{XCl} trong dung dịch A (gấp 10 lần) = 0,005 mol

$pH = 12 \rightarrow [H^+] = 10^{-12}$

$[OH^-] = 10^{-2} = 0,01$

Trong 1 lít dung dịch có 0,01 mol OH^-

Vậy trong 0,5 lít dung dịch có 0,005 mol OH^-

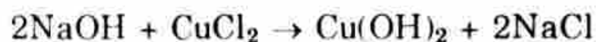
n_{XOH} trong 0,5 lít dung dịch là 0,005

n_{XCl} trong 0,5 lít dung dịch là 0,005

$(X + 17)0,005 + (X + 35,5)0,005 = 0,4925$

$X = 23$ (Na)

b) Dung dịch A chứa NaOH, NaCl



$$2NaOH + CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 + 2NaCl$$

0,0005 0,00025

Trong 25ml dung dịch có 0,00025 mol

1000ml dung dịch có 0,01 mol

$[CuCl_2] = 0,01M$

c) pH dung dịch sau điện phân = 13 → pOH = 1

$\rightarrow [OH^-] = 10^{-1} = 0,1mol$

Trong 1 lit dung dịch sau điện phân có 0,1 mol OH^-

Vậy trong 0,05 lit dung dịch sau điện phân có 0,005 mol OH^-

pH trong dung dịch trước khi điện phân = 12 → pOH = 2

$\rightarrow [OH^-] = 10^{-2} = 0,01$ mol

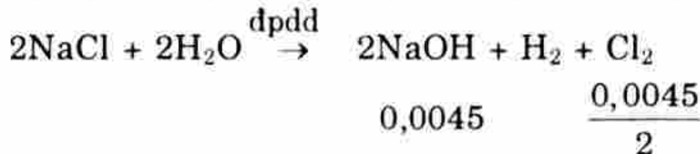
Trong 1 lít dung dịch có 0,01 mol OH^-

Vậy trong 0,05 lít dung dịch có 0,0005 mol OH^-

n_{NaOH} trước khi điện phân là : 0,0005 mol

n_{NaOH} sau khi điện phân là : 0,005 mol

n_{NaOH} do điện phân = 0,005 – 0,0005 = 0,0045

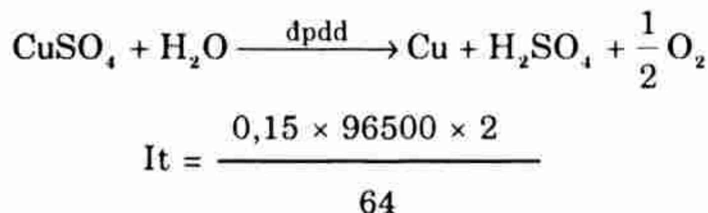


$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{đpdd} 2NaOH + H_2 + Cl_2$$

$$0,0045 \qquad \frac{0,0045}{2}$$

$$\frac{0,0045}{2} = \frac{71 \times t \times 96,5}{96500 \times 2 \times 71} \rightarrow t = 4,5giây$$

12. a) Bình II:



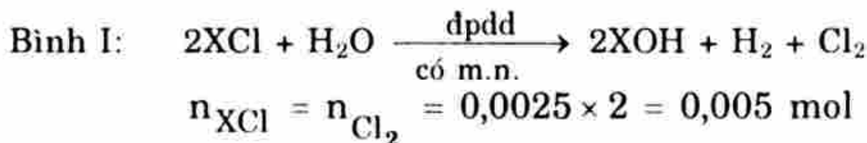
$$CuSO_4 + H_2O \xrightarrow{đpdd} Cu + H_2SO_4 + \frac{1}{2}O_2$$

$$It = \frac{0,15 \times 96500 \times 2}{64}$$

Mắc nối tiếp nên cùng It. Thay It vào phương trình sau:

$$m_{Cl_2} = \frac{71 \times It}{96500 \times 2} \rightarrow m_{Cl_2} = 0,1775g$$

$$\rightarrow n_{Cl_2} = \frac{0,1775}{71} = 0,0025mol$$



Bình I: $2XCl + H_2O \xrightarrow[có\ m.n.]{đpdd} 2XOH + H_2 + Cl_2$

$$n_{XCl} = n_{Cl_2} = 0,0025 \times 2 = 0,005 \text{ mol}$$

$n_{XOH} = n_{XCl} = 0,005$ mol

pH = 13 → pOH → 1 → $[OH^-] = 0,1$ mol

Trong 1 lít dung dịch có 0,1 mol OH^-

x lít dung dịch có 0,005 mol

x = 0,05 lít.

b) 0,3725 gam ứng với 0,005 mol

y gam ứng với 1 mol

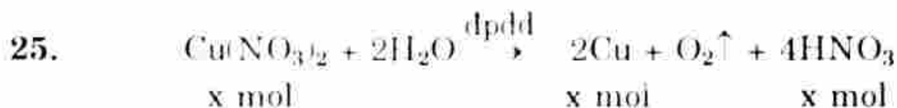
$y = 74,5$ gam

XCl có khối lượng = 74,5 g

$X = 39$ (K)

Bình I: có KCl

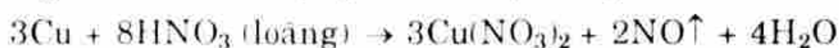
25.



$$Cu(NO_3)_2 + 2H_2O \xrightarrow{dpdd} 2Cu + O_2\uparrow + 4HNO_3$$

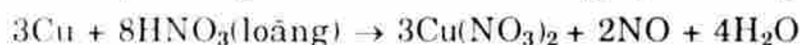
x mol — x mol — x mol

Gọi x là số mol $Cu(NO_3)_2$ có trong 200ml dung dịch: theo đầu bài điện phân dung dịch $CuSO_4$ đến khi bắt đầu có khí thoát ra ở catot thì dừng lại, có nghĩa là Cu bám hết vào catot và nước bắt đầu bị điện phân. Khi để yên dung dịch nghĩa là Cu tác dụng với HNO_3 loãng cho khí NO bay ra:



$$3Cu + 8HNO_3 \text{ (loãng)} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

Khối lượng catot tăng 3,2 gam so với lúc chưa điện phân, có nghĩa là lượng Cu bám vào còn lại không hòa tan hết với dung dịch HNO_3.



$$3Cu + 8HNO_3\text{(loãng)} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

Trước phản ứng: x mol 2x mol

Phản ứng: $\frac{3}{4}$xmol 2x mol $\frac{3}{4}$xmol

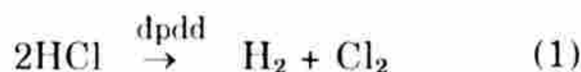
Sau phản ứng: $\frac{1}{4}$xmol

$$\frac{1}{4}x \times 64 = 3,2 \text{ gam}$$

$$x = 0,2 \text{ mol}$$

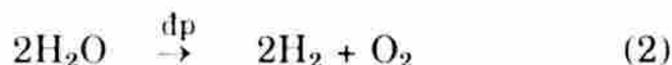
$$[Cu(NO_3)_2] = \frac{0,2}{0,2} = 1 \text{ mol}/l$$

26. Khi điện phân 100m*l* dung dịch, các phản ứng lần lượt xảy ra.



$$2HCl \xrightarrow{dpdd} H_2 + Cl_2 \qquad (1)$$

Khi ion Cl^- hết, do ion SO_4^{2-} không phóng điện nên quá trình tiếp theo là điện phân nước:



$$2H_2O \xrightarrow{dp} 2H_2 + O_2 \qquad (2)$$

Nhận xét: – Phản ứng (1) xảy ra làm $[H^+]$ giảm nên tăng pH

– Phản ứng (2) xảy ra không thay đổi $[H^+]$ và pH

Áp dụng định luật Faraday:

$$m = \frac{A}{n} \cdot \frac{It}{F} \quad \text{hoặc} \quad n_{ion} = \frac{It}{nF}$$

Thời gian cần để điện phân hết ion Cl^- theo phản ứng (1) là:

$$t_1 = \frac{nF}{I} . n_{Cl^-} = \frac{1.26,8}{2,68} . 0,4 . 0,1 = 0,4 \text{ giờ}$$

– Trong khoảng $(0 < t \leq 0,4)$:

$$n_{H^+ \, đp} = \frac{It}{nF} = \frac{2,68.t}{26,8} = 0,1t$$

$n_{H^+ \text{ ban đầu}} = 0,1mol$; $n_{H^+ \text{ còn lại}} = 0,1 - 0,1.t$

$$[H^+] = \frac{n_{H^+ \text{ còn lại}}}{V} = \frac{0,1 - 0,1.t}{0,5} = (1 - t) \text{ mol}/l$$

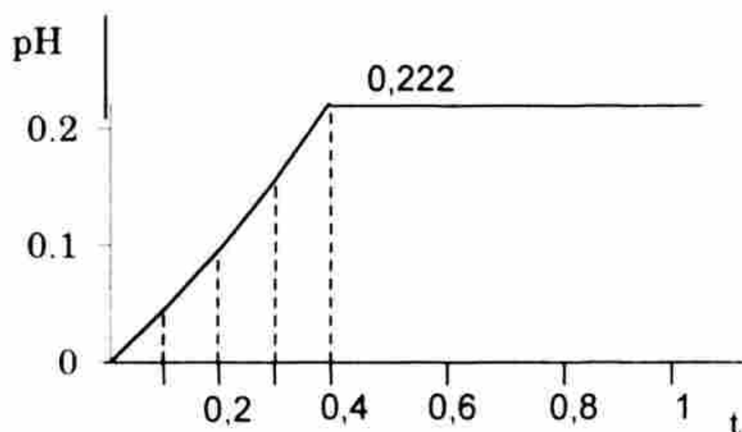
$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(1-t)$$

– Trong khoảng $(0,4 < t < 1)$:

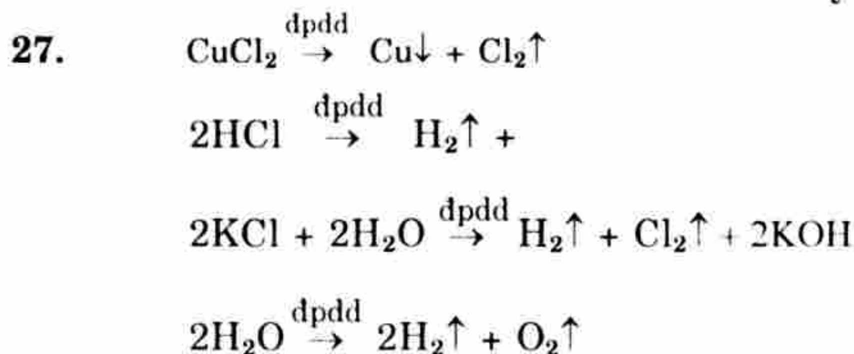
$$pH = -\lg(1-0,4) = -\lg(0,6) = 0,222$$

t	0	0,1	0,2	0,3	0,4
pH	0	0,046	0,097	0,155	0,222

– Đồ thị (pH – t)



27.



$$CuCl_2 \xrightarrow{đpdd} Cu\downarrow + Cl_2\uparrow$$

$$2HCl \xrightarrow{đpdd} H_2\uparrow +$$

$$2KCl + 2H_2O \xrightarrow{đpdd} H_2\uparrow + Cl_2\uparrow + 2KOH$$

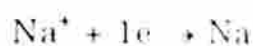
$$2H_2O \xrightarrow{đpdd} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Trong quá trình điện phân pH của dung dịch tăng dần.

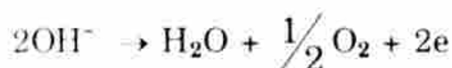
28. a) Bản chất của sự điện phân là các quá trình oxi hóa-khử xảy ra trên bề mặt của điện cực nhờ dòng điện một chiều.

b) – Điện phân NaOH nóng chảy : $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

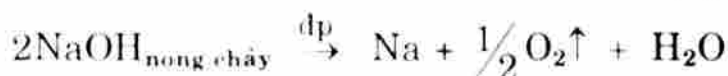
Catot (–) | Anot (+)



$Na^+ + 1e \rightarrow Na$

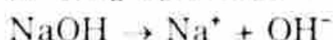


$2OH^- \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2e$



$$2NaOH_{nóng\ chảy} \xrightarrow{đp} Na + \frac{1}{2}O_2\uparrow + H_2O$$

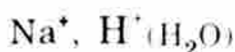
Điện phân dung dịch NaOH



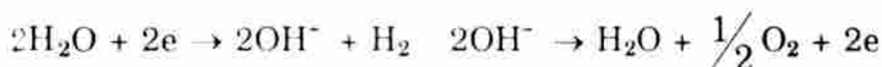
$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

Catot (–) | Anot (+)

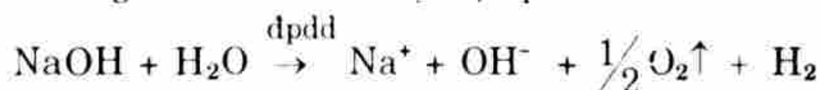


Na^+, $H^+(H_2O)$



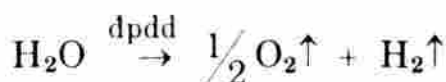
$2H_2O + 2e \rightarrow 2OH^- + H_2$ $\quad 2OH^- \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2e$

Phương trình biểu diễn sự điện phân



$$NaOH + H_2O \xrightarrow{đpdd} Na^+ + OH^- + \frac{1}{2}O_2\uparrow + H_2$$

Thực chất là điện phân H_2O, NaOH chỉ là chất dẫn điện



$$H_2O \xrightarrow{đpdd} \frac{1}{2}O_2\uparrow + H_2\uparrow$$

Chương 6

LÍ THUYẾT VỀ PHẢN ỨNG HÓA HỌC

I. Các loại phản ứng hóa học
II. Hiệu ứng nhiệt của phản ứng
III. Tốc độ phản ứng hóa học
IV. Cân bằng hóa học

- **Bài tập mẫu**
- **Bài tập tự giải có hướng dẫn**

I. CÁC LOẠI PHẢN ỨNG HÓA HỌC

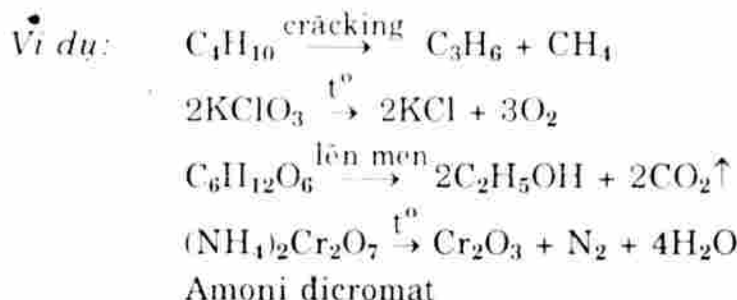
• Phản ứng hóa học xảy ra là do sự va chạm có hiệu quả giữa các phân tử của các chất tham gia phản ứng để tạo thành những phân tử chất mới.

• Các phản ứng hóa học được phân loại theo các cách sau:

1. Phân chia theo số lượng chất tham gia và chất tạo thành

a) Phản ứng phân hủy là phản ứng từ một chất tạo thành một số chất mới. Số oxi hóa của các nguyên tố có thể thay đổi hoặc không thay đổi.

Ví dụ:



$C_4H_{10} \xrightarrow{\text{crăcking}} C_3H_6 + CH_4$

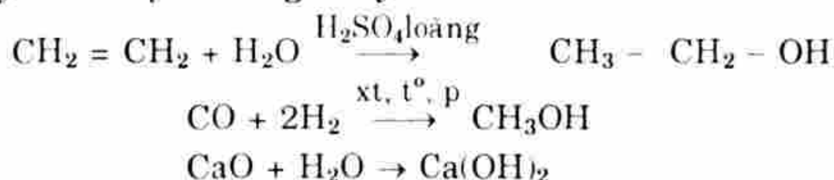
$2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2$

$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{lên men}} 2C_2H_5OH + 2CO_2\uparrow$

$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^o} Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O$

Amoni dicromat

b) Phản ứng hóa hợp là phản ứng hóa học từ hai hoặc một số chất tạo thành một chất mới. Số oxi hóa của các nguyên tố có thể thay đổi hoặc không thay đổi.

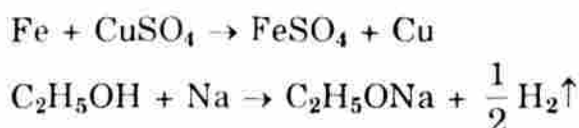


$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4\text{loãng}} CH_3 - CH_2 - OH$

$CO + 2H_2 \xrightarrow{xt,\ t^o,\ p} CH_3OH$

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$

c) Phản ứng thế là phản ứng trong đó có sự thế nguyên tử này bằng nguyên tử khác trong hợp chất. Số oxi hóa của các nguyên tố bao giờ cũng có sự thay đổi.



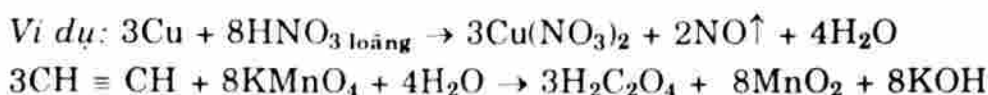
$Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$

$C_2H_5OH + Na \rightarrow C_2H_5ONa + \frac{1}{2}H_2\uparrow$

2. Phân chia theo số oxi hóa

a) Phản ứng có sự thay đổi số oxi hóa

Phản ứng oxi hóa – khử là phản ứng trong đó có sự biến đổi số oxi hóa của các nguyên tố (thường kèm theo sự dịch chuyển electron từ nguyên tố này sang nguyên tố khác)

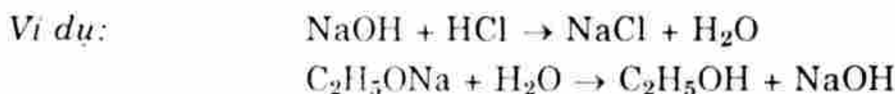


Ví dụ: $3Cu + 8HNO_{3\ \text{loãng}} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$3CH \equiv CH + 8KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3H_2C_2O_4 + 8MnO_2 + 8KOH$

b) Phản ứng không có sự thay đổi số oxihóa (phản ứng trao đổi và phản ứng trung hòa)

Ví dụ:



$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

$C_2H_5ONa + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + NaOH$

II. HIỆU ỨNG NHIỆT PHẢN ỨNG

1– Một số khái niệm

• Hiệu ứng nhiệt phản ứng là năng lượng thoát ra hay hấp thụ của phản ứng hóa học trong quá trình phản ứng xảy ra.

• Hiệu ứng nhiệt phản ứng có liên quan đến sự phá vỡ các liên kết trong hợp chất này để hình thành liên kết trong hợp chất khác

• Hiệu ứng nhiệt của phản ứng hóa học được xác định bởi hiệu ứng năng lượng của các liên kết được hình thành và các liên kết bị phá vỡ.

• Nhiệt tạo thành của hợp chất hóa học là lượng nhiệt thoát ra hay hấp thụ khi tạo thành 1 mol hợp chất hóa học từ các đơn chất.

• Phản ứng hóa học kèm theo sự thoát năng lượng gọi là phản ứng tỏa nhiệt (lượng nhiệt tỏa ra được kí hiệu là +Q hay $\Delta H < 0$). Nếu hấp thụ năng lượng thì kèm theo kí hiệu – Q hoặc $\Delta H > 0$.

• Phương trình nhiệt hóa học là phương trình hóa học có kèm theo kí hiệu chỉ rõ sự tỏa năng lượng hay hấp thụ năng lượng.

2– Cách tính hiệu ứng nhiệt của phản ứng hóa học

a) Dựa vào nhiệt tạo thành

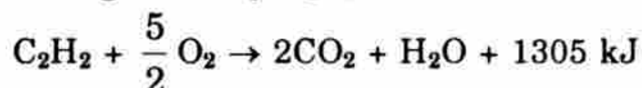
Q = Tổng nhiệt tạo thành các sản phẩm – Tổng nhiệt tạo thành các chất tham gia

Nhiệt tạo thành của đơn chất bằng không.

Ví dụ: Hãy tính nhiệt tạo thành của C_2H_2 (kJ/mol) biết rằng hiệu ứng nhiệt của phản ứng đốt cháy C_2H_2 là 1305 kJ/mol; nhiệt tạo thành của CO_2 và $H_2O_{(hơi)}$ tương ứng là 408 kJ/mol và 241 kJ/mol

Giải

Phản ứng đốt cháy C_2H_2



$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O + 1305\text{ kJ}$$

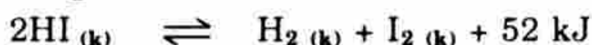
Ta có : $[(2\times408 + 241)] - Q_{C_2H_2} = 1305$

$$Q_{C_2H_2} = -248\text{ kJ/mol}$$

b) Dựa vào năng lượng liên kết sản phẩm

Q = Tổng năng lượng liên kết tạo thành các sản phẩm – – Tổng năng lượng liên kết các chất tham gia

Ví dụ: Cho khí HI vào một bình kín rồi đun nóng đến nhiệt độ xác định thì xảy ra phản ứng sau:



$$2HI_{(k)} \rightleftharpoons H_{2\,(k)} + I_{2\,(k)} + 52\text{ kJ}$$

Tính năng lượng hình thành liên kết H – I, biết rằng năng lượng liên kết H – H và I – I tương ứng bằng 435,9 kJ/mol và 151 kJ/mol.

Giải:

Năng lượng để phá vỡ liên kết chất tham gia phản ứng là $2E_{H-I}$. Năng lượng tỏa ra khi tạo thành liên kết trong phân tử H_2 và trong I_2 là : 435,9 + 151 = 586,9 kJ.

Phản ứng trên là tỏa nhiệt nghĩa là năng lượng tiêu hao ít hơn năng lượng tỏa ra

$$586,9 - 2E_{H-I} = 52$$

$$E_{H-I} = 267,45 \text{ kJ/mol}$$

III. TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG HÓA HỌC

1- Tốc độ phản ứng hóa học

- Tốc độ của một phản ứng hóa học được xác định bằng độ giảm nồng độ của các chất tham gia hoặc độ tăng nồng độ của các chất tạo thành.
- Nồng độ các chất được tính bằng nồng độ mol, thời gian tính bằng phút.
- Biểu thức toán học : $\bar{v} = \pm \dfrac{\Delta C}{\Delta t}$

($\bar{v}$ là vận tốc trung bình của phản ứng, $+\Delta C$ là biến thiên nồng độ chất tạo thành, $-\Delta C$ là biến thiên nồng độ chất tham gia, Δt là khoảng thời gian).

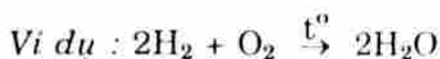
Ví dụ có phản ứng: A + B → C + D, với vận tốc trung bình của phản ứng trong khoảng thời gian t_1 đến t_2 là v.

$$v = \frac{[A]_1 - [A]_2}{t_2 - t_1} = \frac{[B]_1 - [B]_2}{t_2 - t_1} = \frac{[C]_2 - [C]_1}{t_2 - t_1} = \frac{[D]_2 - [D]_1}{t_2 - t_1}$$

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

Chú ý:

Với các phản ứng có hệ số tỉ lượng khác 1, để vận tốc trung bình của phản ứng là đơn giá thì số gia nồng độ phải chia cho hệ số tỉ lượng



Ví dụ : $2H_2 + O_2 \xrightarrow{t^o} 2H_2O$

$$\bar{v} = \frac{-\Delta[H_2]}{2\Delta t} = \frac{-\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[H_2O]}{2\Delta t}$$

2- Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hóa học

a- Nồng độ chất tham gia

- Sự phụ thuộc của tốc độ phản ứng vào nồng độ của chất phản ứng thể hiện trong định luật tác dụng khối lượng do Gunbe và Oagơ (M.Guldberg và P.Woage) phát biểu từ năm 1867.

Tốc độ của phản ứng hóa học ở nhiệt độ không đổi tỉ lệ thuận với tích nồng độ của các chất phản ứng với số mũ là hệ số tỉ lượng tương ứng.

Ví dụ : Nếu xét phản ứng có dạng tổng quát :

$$aA + bB = mM + nN$$

$v_t = k_t \cdot [A]^a.[B]^b$

v_t là tốc độ phản ứng thuận ở một thời điểm nào đó

Kí hiệu [A], [B] là nồng độ của chất A và B tại thời điểm xác định tốc độ.

k_t là hằng số tốc độ của phản ứng thuận, nó phụ thuộc vào bản chất của các chất phản ứng và nhiệt độ chứ không phụ thuộc vào nồng độ của các chất phản ứng.

– Nếu phản ứng xảy ra giữa các chất khí, người ta có thể thay nồng độ trong biểu thức tính tốc độ bằng áp suất riêng phần của mỗi khí trong hỗn hợp.

– Sự phụ thuộc tốc độ phản ứng hóa học vào nồng độ các chất phản ứng đúng với phản ứng giữa các chất khí và phản ứng tiến hành trong dung dịch. Nó không áp dụng đối với phản ứng có sự tham gia của chất rắn, vì trong trường hợp này phản ứng xảy ra không phải trong toàn bộ thể tích các chất phản ứng mà chỉ trên bề mặt.

b) Nhiệt độ phản ứng :

– Nhiệt độ có ảnh hưởng lớn đến tốc độ phản ứng hóa học: khi tăng nhiệt độ thì tốc độ phản ứng tăng do động năng của các phân tử tăng lên, đồng thời số lần va chạm có hiệu quả cũng tăng lên.

– Thực nghiệm cho thấy khi nhiệt độ tăng 10^oC thì tốc độ phản ứng tăng từ 2 đến 4 lần.

c) Áp suất khí

– Khi tăng áp suất, khoảng cách giữa các phân tử càng nhỏ nên sự va chạm càng dễ có hiệu quả hơn, phản ứng xảy ra nhanh hơn.

d) Chất xúc tác

– Chất xúc tác là chất có tác dụng làm biến đổi mãnh liệt tốc độ của phản ứng nhưng không bị tiêu hao trong phản ứng.

– Những chất xúc tác xúc tiến cho quá trình phản ứng xảy ra nhanh hơn là chất xúc tác dương. Trong kĩ thuật hiện đại chất xúc tác dương được sử dụng rộng rãi. Ví dụ trong các quá trình tổng hợp NH_3, sản xuất H_2SO_4, HNO_3, cao su nhân tạo, chất dẻo, chất cao phân tử v.v..

– Những chất xúc tác làm cho quá trình xảy ra chậm được gọi là chất xúc tác âm.

Ví dụ : Quá trình oxi hóa Na_2SO_3 trong dung dịch thành Na_2SO_4 xảy ra chậm khi cho thêm glixerin.

IV. CÂN BẰNG HÓA HỌC

1– Phản ứng thuận nghịch: Trong các phản ứng hóa học có nhiều trường hợp chất phản ứng biến đổi hoàn toàn thành sản phẩm. Đây là loại phản ứng một chiều (bất thuận nghịch). Nhưng cũng có những phản ứng hóa

học trong đó chất phản ứng biến đổi thành sản phẩm và đồng thời các sản phẩm lại phản ứng với nhau để biến đổi thành chất tham gia phản ứng. Những phản ứng này gọi là phản ứng thuận nghịch.

2- Cân bằng hóa học : Là trạng thái của phản ứng thuận nghịch, ở đó trong cùng một đơn vị thời gian có bao nhiêu phân tử chất sản phẩm được hình thành từ những chất ban đầu thì có bấy nhiêu phân tử chất sản phẩm phản ứng với nhau để tạo thành chất ban đầu.

3- Hằng số cân bằng:

Giả sử có một phản ứng thuận nghịch

$$mA + nB \rightleftharpoons pC + qD$$

Theo định luật tác dụng khối lượng :

$V_t = k_t \cdot [A]^m.[B]^n$

$V_n = k_n \cdot [C]^p.[D]^q$

Khi cân bằng được thiết lập : $V_t = V_n$

$$k_t \cdot [A]^m.[B]^n = k_n \cdot [C]^p.[D]^q$$

$$K_{cb} = \frac{k_t}{k_n} = \frac{[C]^p.[D]^q}{[A]^m.[B]^n}$$

Ở đây:

– [A], [B], [C], [D] là nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng, tính bằng mol/*l*.

– m, n, p, q là hệ số tỉ lượng trong phương trình phản ứng

– Trường hợp có chất rắn tham gia phản ứng thì nồng độ chất rắn không có trong biểu thức K_{cb}.

K_{cb} là hằng số cân bằng không phụ thuộc vào nồng độ của các chất phản ứng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ.

– Trường hợp cân bằng được thiết lập giữa các chất khí, người ta có thể thay nồng độ các chất trong biểu thức tính K_{cb} bằng áp suất riêng phần trong hỗn hợp.

Ví dụ đối với phản ứng thuận nghịch giữa các chất khí:

$$aA + bB + \ldots \rightleftharpoons eE + gG + \ldots$$

$$\frac{p_E^e \cdot p_G^g \cdots}{p_A^a \cdot p_B^b \cdots} = K_p.$$

(Trong đó p_A, p_B, p_E, p_G là áp suất riêng phần của các chất A, B, E, G tương ứng lúc cân bằng, K_p là hằng số cân bằng tính từ áp suất riêng phần. Giống như K_{cb} tính từ nồng độ, K_p không phụ thuộc vào áp suất của các chất phản ứng mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ).

4) Sự chuyển dịch cân bằng. Nguyên lí Le Chatelier.

– Cân bằng hóa học là một cân bằng động, ta có thể làm chuyển dịch cân bằng tức làm thay đổi nồng độ các chất để đưa đến một trạng thái cân

bằng mới.

– *Nguyên lí Lơ Satơlie (Le Chatelier)*

"Nếu một hệ đang ở trạng thái cân bằng, khi thay đổi một trong các yếu tố (nồng độ, nhiệt độ, áp suất) cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều chống lại sự thay đổi đó, tức làm giảm tác dụng của sự biến đổi đó".

Ví dụ : Giả sử có phản ứng

$$A + 2B \rightleftharpoons 2D$$

Ở trạng thái cân bằng, nếu ta tăng nồng độ chất B lên 3 lần hoặc tăng nồng độ chất D lên 2 lần thì cân bằng sẽ thay đổi như thế nào?

Giải

– Trước khi tăng nồng độ chất B, vận tốc của phản ứng thuận lúc cân bằng là: $V_t = k_t \cdot [A].[B]^2$

– Nếu tăng nồng độ chất B lên 3 lần thì vận tốc của phản ứng thuận là: $V_t' = k_t \cdot [A].[3B]^2$

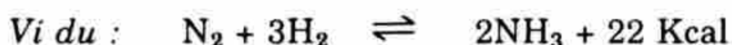
– Nghĩa là so với khi chưa tăng nồng độ thì vận tốc tăng lên 9 lần. Vận tốc phản ứng thuận tăng lên 9 lần đưa đến sự tăng nồng độ của sản phẩm phản ứng người ta nói cân bằng chuyển dịch sang phải.

– Nếu không tăng nồng độ chất B mà tăng nồng độ của chất D lên 2 lần thì tính toán tương tự như trên, ta thấy vận tốc phản ứng nghịch tăng lên 4 lần nghĩa là cân bằng chuyển dịch sang bên trái.

5– Các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng.

a– Nồng độ : Khi phản ứng, nếu tăng nồng độ của một trong các chất phản ứng, thì cân bằng sẽ dịch chuyển theo hướng của phản ứng nào làm giảm lượng chất đó.

b) Nhiệt độ : Khi phản ứng, nếu tăng nhiệt độ cân bằng dời theo chiều thu nhiệt, nếu giảm nhiệt độ cân bằng dời theo chiều tỏa nhiệt.



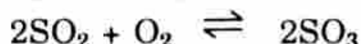
Ví dụ : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 22$ Kcal

Quá trình tạo NH_3 là quá trình phát nhiệt, nếu tăng nhiệt độ, cân bằng sẽ chuyển dịch sang trái.

– Ngược lại nếu làm lạnh cân bằng sẽ dịch chuyển sang phải.

c) Ảnh hưởng của áp suất khí : Khi phản ứng, nếu tăng áp suất, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều giảm thể tích khí (hay ngược lại).

Ví dụ : Cho phản ứng :



$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$$

Vận tốc phản ứng thay đổi như thế nào nếu thể tích hỗn hợp giảm đi 3 lần.

Giải

– Cho nồng độ của SO_2 và O_2 trước khi thay đổi thể tích.

$[SO_2] = a; [O_2] = b.$

– Vận tốc trước khi thay đổi thể tích :

$V_1 = k.a^2.b$

Khi giảm thể tích 3 lần thì $[SO_2]$ và $[O_2]$ sẽ tăng lên gấp 3 lần

$V_2 = k.(3a)^2.3b = k.27a^2.b$

Như vậy vận tốc phản ứng tăng lên 27 lần, nghĩa là phản ứng sẽ dịch chuyển theo chiều thuận.

BÀI TẬP

1. Hằng số cân bằng của phương trình : $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ ở nhiệt độ nào đó bằng 40. Xác định phần trăm hiđro và iot chuyển thành HI, nếu nồng độ ban đầu của chúng như nhau và bằng 0,01 mol/*l*.

Giải

	H_2 +	I_2 ⇌	$2HI$
Số mol lúc ban đầu	0,01	0,01	
Số mol phản ứng	x	x	2x
Số mol lúc cân bằng	(0,01 – x)	(0,01 – x)	

$$K_{cb} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(2x)^2}{(0,01 - x)(0,01 - x)} = 40$$

Giải ra ta có 2 nghiệm $x_1 = 0,0146$ (loại)

$x_2 = 0,0076$ (nhận)

Như vậy mỗi chất (H_2, I_2) có 0,0076 mol đã phản ứng. Tính ra phần trăm:

$$\frac{0,0076}{0,01} \times 100\% = 76\%$$

2. Viết biểu thức vận tốc phản ứng diễn ra trong hệ đồng thể theo phương trình : $A + 2B = AB_2$

Xác định vận tốc phản ứng tăng lên bao nhiêu lần nếu :

a) Nồng độ chất A tăng lên 2 lần

b) Nồng độ chất B tăng lên 2 lần

c) Nồng độ của cả hai chất đều tăng lên 2 lần.

Giải

Gọi nồng độ lúc ban đầu của [A] = a; [B] = b.

$v_1 = k.[A].[B]^2 = kab^2$

a) [A] tăng lên 2 lần : $v_2 = k.2ab^2$. Vận tốc tăng lên 2 lần

b) [B] tăng lên 2 lần : $v_3 = ka[2b]^2$. Vận tốc tăng lên 4 lần

c) [A] tăng 2 lần, [B] tăng 2 lần : $v_4 = k\ 2a.[2b]^2$. Vận tốc tăng lên 8 lần

3. Có hai bình thể tích bằng nhau : Bình thứ nhất chứa 1 mol khí A và 2 mol khí B, bình thứ hai chứa 2 mol khí A và 1 mol khí B. Nhiệt độ hai bình bằng nhau. Hỏi vận tốc của phản ứng giữa chất A và chất B có bằng nhau không, nếu:

a) Phản ứng diễn ra theo phương trình : A + B = C

b) Phản ứng diễn ra theo phương trình : 2A + B = D

Giải

Cho [A] = a; [B] = b

a) Vận tốc phản ứng ở hai bình bằng nhau vì $v_1 = k.a.2b = v_2 = k\ 2a.b$

b) Vận tốc trong bình thứ 2 nhanh hơn 2 lần

$$v_1 = k.a^2.2b$$
$$v_2 = k(2a)^2.b$$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

4. Cho phản ứng A + B = C.

a) Tính vận tốc của phản ứng trên

b) Hãy cho biết ý nghĩa của hằng số k.

5. Hãy nêu sự khác nhau cơ bản giữa phản ứng thuận nghịch và bất thuận nghịch. Lấy thí dụ cụ thể để minh họa.

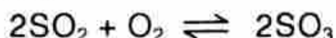
6. Nồng độ của các chất tham gia phản ứng có ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ của các phản ứng khi các chất sau đây tác dụng với nhau

a) $CaCO_3 + HCl \rightarrow$; b) Nhiệt phân $CaCO_3$

c) $H_2 + Cl_2 \rightarrow$; d) $Fe_3O_4 + H_2 \rightarrow$

7. Bằng những biện pháp nào để tăng hiệu suất quá trình nung đá vôi ? Giải thích ?

8. Cho phản ứng sau :



$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$$

Ở t°C, nồng độ cân bằng của các chất: $[SO_2]$ = 0,2 mol/*l*; $[O_2]$ = 0,1 mol/*l*; $[SO_3]$ = 1,8 mol/*l*.

a) Tính vận tốc phản ứng thuận, phản ứng nghịch

b) Hỏi vận tốc phản ứng thuận và nghịch thay đổi như thế nào và cân bằng hóa học của phản ứng trên sẽ dịch chuyển về phía nào khi thể tích hỗn hợp giảm xuống 3 lần.

9. Tại sao nói cân bằng hóa học là cân bằng động? Phát biểu nguyên lí chuyển dịch cân bằng. Cho ví dụ?

10. Cho vào bình kín hai chất khí là N_2, NH_3 và chất xúc tác thích hợp ở 480°C, áp suất trong bình lúc đầu là p_1

a) Giữ nguyên nhiệt độ đó một thời gian, hỏi áp suất khí trong bình giảm hay tăng? Vì sao?

b) Sau một thời gian, áp suất khí đạt đến giá trị ổn định là p_2, nếu hạ nhiệt độ 420°C thì thành phần các khí trong bình thay đổi như thế nào so với thành phần ứng với giá trị p_2.

11. Cho cân bằng hóa học sau :

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$$

Nêu những yếu tố ảnh hưởng đến cân bằng hóa học trên.

12. Vận dụng các điều kiện chuyển dịch cân bằng hóa học hãy cho biết các yếu tố nhiệt độ, nồng độ, áp suất đã ảnh hưởng như thế nào đến cân bằng phản ứng thủy phân este, biết rằng hiệu ứng nhiệt của phản ứng thực tế bằng không ?

13. Cho khí HI vào một bình kín rồi đun nóng đến một nhiệt độ xác định thì xảy ra phản ứng sau :

$$2HI_{(k)} \rightleftharpoons H_{2\,(k)} + I_{2\,(k)} + 52 \text{ kJ/mol}$$

a) Tính phần trăm số mol HI bị phân li thành H_2 và I_2 khi phản ứng đạt tới trạng thái cân bằng, biết $k_n = 64\ k_t$.

b) Nếu lượng HI cho vào ban đầu là 0,5 mol và dung tích bình phản ứng là 5 lít thì khi ở trạng thái cân bằng nồng độ mol của các chất phản ứng là bao nhiêu ?

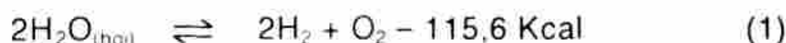
c) Nhiệt độ, áp suất, chất xúc tác có ảnh hưởng như thế nào đến cân bằng của phản ứng trên. Giải thích

14. a) Người ta cho 1 mol CH_3COOH tác dụng với 1 mol rượu n-propylic. Ở t^oC, cân bằng sẽ đạt được khi có 0,6 mol este tạo thành.

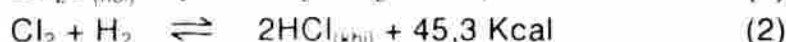
b) Nếu sau đó cho thêm 1 mol CH_3COOH, thì thành phần về số mol các chất trong hỗn hợp sau khi cân bằng mới thành lập là bao nhiêu? Biết rằng hằng số tốc độ của phản ứng thuận gấp 2,25 lần hằng số tốc độ của phản ứng nghịch.

(Đề thi vào trường Trung tâm Đào tạo và Bồi dưỡng cán bộ y tế năm 1996)

15. a) Nêu ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất đến cân bằng của các phản ứng sau:



$$2H_2O_{(hơi)} \rightleftharpoons 2H_2 + O_2 - 115,6 \text{ Kcal} \qquad (1)$$



$$Cl_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HCl_{(khí)} + 45,3 \text{ Kcal} \qquad (2)$$

b) Nén 2 mol (ptg) nitơ và 8 mol hiđro vào một bình kín có thể tích 2 lít (chỉ chứa sẵn chất xúc tác với thể tích không đáng kể) đã được giữ ở nhiệt độ không đổi. Khi phản ứng trong bình đạt cân bằng, áp suất khí trong bình bằng 0,8 áp suất lúc đầu (khi mới cho xong các khí vào, chưa xảy ra phản ứng). Tính hằng số cân bằng của phản ứng xảy ra trong bình

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh năm 1990)

16. Hằng số cân bằng của phản ứng điều chế amoniac:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

ở 500^oC bằng $1,50.10^{-5}$ atm^{-2}. Tính xem có bao nhiêu phần trăm ban đầu (N_2 + $3H_2$) đã chuyển thành NH_3 nếu phản ứng được thực hiện ở 500 atm, 1000 atm và cho nhận xét về kết quả.

(Biết hằng số cân bằng được tính bởi : $K_p = \dfrac{p^2_{NH_3}}{p_{N_2} \cdot p^3_{H_2}}$)

(Đề thi học sinh giỏi cấp thành phố năm học 1996 – 1997)

17. Cho vào bình kín hai chất khí là H_2 và NH_3 với chất xúc tác thích hợp ở nhiệt độ t_1. Áp suất ban đầu là p_1.

a) Giữ nguyên nhiệt độ t_1 một thời gian cho đến khi hệ thống đạt đến cân bằng thì áp suất trong bình là p_2. So sánh p_1 và p_2.

b) Sau khi đạt đến áp suất p_2, tăng nhiệt độ lên t_2, khi đạt đến cân bằng mới ở nhiệt độ t_2 thì áp suất trong bình là p_3. So sánh p_3 với p_2. Thành phần hỗn hợp khí trong bình thay đổi như thế nào so với cân bằng cũ (ở nhiệt độ t_1) biết rằng phản ứng : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ tỏa nhiệt theo chiều thuận.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh năm 1997)

18. Có phản ứng $A + B \rightleftharpoons C$. Biết rằng nếu [A] ban đầu là 0,01M, [B] ban đầu là 0,002M thì sau 25 phút lượng chất C hình thành 10% khối lượng của hỗn hợp. Hỏi nếu [A] cũng vẫn bằng 0,01M nhưng [B] = 0,01M thì sau bao lâu lượng chất C thu được cũng là 10%.

19. Ở điều kiện nghiên cứu, phản ứng $A + B \rightleftharpoons C + D$ có $K_{cb} = 1$.

Giả thiết rằng [C] và [D] lúc đầu bằng không, lúc cân bằng là 2M. Hãy tính nồng độ ban đầu của A và B trong các trường hợp sau:

a) Nồng độ ban đầu của A bằng của B

b) Nồng độ ban đầu của A lớn hơn của B là 3M

20. Cho phản ứng $A + 2B \rightleftharpoons C$

Cho biết : [A] ban đầu = 0,3M

[B] ban đầu = 0,5M; $k_t = 0,4$

Tính vận tốc phản ứng lúc ban đầu và lúc cân bằng khi nồng độ chất A giảm 0,1M.

21. Cho phản ứng : $2SO_2 + O_2 \underset{}{\overset{xt,\ t^o}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$

Vận tốc của phản ứng thay đổi như thế nào nếu thể tích hỗn hợp khí giảm đi 3 lần.

22. Trong một bình kín có thể tích 2 lít, người ta cho vào đó 17,6 g khí CO_2 và 3,2 g khí H_2 ở 850°C cân bằng phản ứng :

$$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$$

được thiết lập có $K_{cb} = 1$. Tính nồng độ của 4 chất khi cân bằng.

23. Trong một bình kín có thể tích là 3 lit. Thoạt đầu người ta cho vào 168g nitơ và 6g hiđro. Ở nhiệt độ xác định, cân bằng: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ được thiết lập lúc đó lượng nitơ giảm 10%. Hỏi áp suất thay đổi như thế nào?

24. Vận tốc của phản ứng giữa N_2 và H_2 biểu diễn theo phương trình:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$$

thay đổi như thế nào nếu ta giảm thể tích của hỗn hợp khí đi 2 lần.

25. Vận tốc của phản ứng sẽ tăng lên bao nhiêu lần khi tăng nhiệt độ từ 0°C lên 40°C. Biết khi tăng nhiệt độ lên 10°C thì tốc độ phản ứng tăng gấp đôi?

26. Cho phản ứng $2A + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ được thực hiện ở bình kín.

Vận tốc phản ứng sẽ thay đổi như thế nào khi làm tăng áp suất lên 4 lần. Biết rằng tất cả các chất đều ở thể khí.

27. Cho phương trình phản ứng: $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$.

Cân bằng trên được thiết lập ở nồng độ các chất tham gia phản ứng như sau:
$[H_2] = 0,4M$; $[HI] = 0,9M$; $[I_2] = 0,5M$

Hãy tính:

a) Nồng độ ban đầu của H_2 và I_2

b) K_{cb} của phản ứng

28. Cho phản ứng sau: $2NO_{(k)} + O_{2\,(k)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(k)}$; $\Delta H = -124$ kJ

Phản ứng sẽ dịch chuyển theo chiều nào khi:

a) Tăng hoặc giảm áp suất của hệ

b) Tăng hoặc giảm nhiệt độ của hệ

29. Cho phương trình phản ứng: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

Khi giảm thể tích của hệ xuống 3 lần thì phản ứng sẽ chuyển dời theo chiều nào? Hãy chứng minh.

30. Cho cân bằng sau đây: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$; khi thay đổi áp suất, nhiệt độ thì cân bằng sẽ chuyển dịch như thế nào? Giải thích.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Quốc gia TPHCM đợt 2 năm 1998)

HƯỚNG DẪN GIẢI

4. a) v = k [A][B]

b) Khi cho phản ứng: A + B → C; hằng số tốc độ phản ứng k chính là tốc độ của phản ứng khi nồng độ các chất tham gia phản ứng bằng 1 mol/*l*

5. – Những phản ứng hóa học xảy ra theo hai chiều ngược nhau ở cùng điều kiện gọi là phản ứng thuận nghịch

– Đặc điểm của phản ứng thuận nghịch:

Phản ứng không xảy ra hoàn toàn, các chất phản ứng không thể biến đổi hết thành các sản phẩm phản ứng.

Ví dụ: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

– Đặc điểm của phản ứng bất thuận nghịch (phản ứng một chiều)

+ Phản ứng chỉ xảy ra một chiều, phản ứng hoàn toàn.

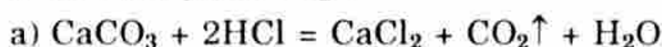
+ Các chất phản ứng có thể biến đổi hoàn toàn thành sản phẩm phản ứng.

+ Sản phẩm của phản ứng không tác dụng với nhau để tạo thành chất ban đầu.

Ví dụ : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

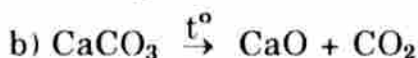
$2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2$

6. Xét các phản ứng :



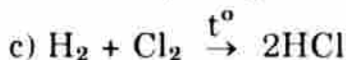
a) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

Khi dung dịch HCl có nồng độ càng lớn thì tốc độ phản ứng càng lớn



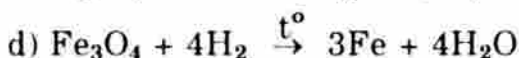
b) $CaCO_3 \xrightarrow{t^o} CaO + CO_2$

Khi bề mặt tiếp xúc của $CaCO_3$ càng lớn thì tốc độ phản ứng tăng.



c) $H_2 + Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2HCl$

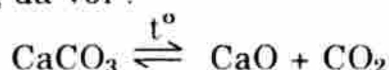
Nồng độ các khí càng lớn, vận tốc phản ứng xảy ra càng nhanh.



d) $Fe_3O_4 + 4H_2 \xrightarrow{t^o} 3Fe + 4H_2O$

Chỉ có nồng độ H_2 ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng vì Fe_3O_4 là chất rắn nên chỉ có nồng độ của H_2 là ảnh hưởng đến vận tốc phản ứng.

7. Phản ứng nung đá vôi :



$$CaCO_3 \overset{t^o}{\rightleftharpoons} CaO + CO_2$$

Để tăng hiệu suất nung đá vôi cần có các biện pháp sau:

- Nhiệt độ thích hợp, vì phản ứng trên là phản ứng thu nhiệt.
- Tăng cường diện tích tiếp xúc bề mặt của $CaCO_3$ (đập nhỏ đá vôi).
- Giảm áp suất của khí (quạt CO_2 ra khỏi lò).

8. Tính vận tốc trước khi giảm thể tích:

$$v_t = k_t\,[SO_2]^2.[O_2] \qquad = k_t.(0,2)^2.0,1$$

$$v_n = k_n\,[SO_3]^2 \; = k_n\,[1,8]^2$$

Sau khi giảm thể tích 3 lần thì nồng độ các chất tăng lên 3 lần

$$v_t' = k_t.(0,2.3)^2.0,1.3 \qquad = 27.k_t\,(0,2)^2.0,1$$

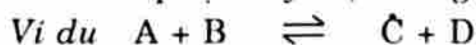
$$v_n' = k_n\,.(1,8.3)^2 \qquad = 9.k_n\,(1,8)^2$$

Như vậy khi thể tích giảm đi 3 lần thì v_t tăng lên 27 lần và vận tốc nghịch tăng lên 9 lần.

$$v_t' = 27\,v_t\;;\;\; v_n' = 9v_n$$

Cân bằng của phản ứng chuyển dịch sang phải.

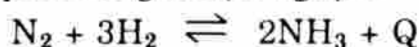
9. Cân bằng hóa học là cân bằng động vì khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, không có nghĩa là phản ứng đã dừng lại, mà lúc đó phản ứng thuận và nghịch vẫn tiếp tục xảy ra, nhưng tốc độ bằng nhau.



Ví dụ $A + B \rightleftharpoons C + D$

Nghĩa là trong một đơn vị thời gian có bao nhiêu phân tử A tác dụng với B thành C và D, thì có bấy nhiêu phân tử C tác dụng với D tạo thành A và B, do đó không có sự biến đổi nồng độ các chất trong hệ, nên ta nói cân bằng hóa học là cân bằng động.

10. Phương trình phản ứng thuận nghịch

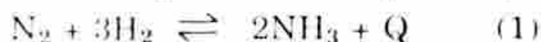


$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$$

a) Khi mới trộn $N_2 + NH_3$, $[H_2] = 0$ nên $v_t = 0$, NH_3 bị phân tích N_2 và H_2 làm tăng số phân tử khí trong bình, do đó áp suất tăng

b) Nếu hạ nhiệt độ, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thuận (chiều phát nhiệt), làm giảm số phân tử khí, nên $[NH_3]$ tăng lên; còn $[N_2]$ và $[H_2]$ sẽ giảm xuống.

11. Những yếu tố ảnh hưởng đến cân bằng hóa học:



$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 + Q \qquad (1)$$

Khi áp suất tăng cân bằng hóa học trên chuyển dịch theo chiều thuận; và ngược lại khi áp suất giảm cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều nghịch.

– Khi nhiệt độ tăng cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều nghịch, ngược lại khi nhiệt độ giảm cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều thuận.

– Khi tăng $[N_2]$ hay $[H_2]$ cân bằng hóa học (1) sẽ chuyển dịch theo theo chiều thuận và ngược lại khi giảm nồng độ hai chất trên cân bằng (1) sẽ chuyển dịch theo chiều nghịch.

12.

$$RCOOH + R'OH \rightleftarrows RCOOR' + H_2O$$

– Khi tăng nhiệt độ cân bằng sẽ chuyển dịch về phía giảm nhiệt độ, do phản ứng este hóa thực tế hiệu ứng nhiệt bằng không nên nhiệt độ không ảnh hưởng tới cân bằng.

– Áp suất không ảnh hưởng tới cân bằng vì phản ứng xảy ra trong dung dịch.

– Nồng độ các chất ảnh hưởng tới cân bằng, khi tăng [RCOOH] hay [R'OH] thì cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, hoặc ngược lại nếu tăng [RCOOR'] thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều nghịch.

13.

$$2HI_{(k)} \rightleftarrows H_{2\,(k)} + I_{2\,(k)} + 52 \text{ kJ/mol}$$

Số mol ban đầu:	a mol/l	0	0
Số mol lúc cân bằng:	(a–2x)	x mol/l	x mol/l

$$v_t = k_t\,(a - 2x)^2$$
$$v_n = k_n.x^2$$

Khi ở trạng thái cân bằng $v_t = v_n$

$$K_t(a - 2x)^2 = k_n.x^2 \rightarrow \frac{x^2}{(a - 2x)^2} = \frac{k_t}{k_n} = \frac{1}{64} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{x}{(a - 2x)} = \frac{1}{8} \rightarrow x = \frac{a}{10} \rightarrow 2x = 20\% \quad a$$

Ở trạng thái cân bằng có 20% HI bị phân hủy.

b) $a = \dfrac{0,5}{5} = 0,1 \text{ mol}/l \rightarrow x = \dfrac{0,1}{10} = 0,01 \text{ mol}/l$

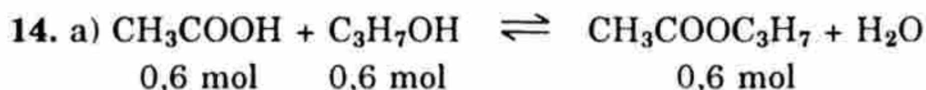
Vậy khi ở trạng thái cân bằng

$$[HI] = 0,1 - 0,02 = 0,08 \text{ mol}/l$$
$$[H_2] = [I_2] = 0,01 \text{ mol}/l$$

c) – Phản ứng trên là phản ứng tỏa nhiệt, nên khi tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch sang phía tạo HI và ngược lại.

– Áp suất không ảnh hưởng đến sự chuyển dịch cân bằng vì số phân tử khí ở hai vế của phản ứng bằng nhau.

– Chất xúc tác ảnh hưởng như nhau đến tốc độ phản ứng thuận và nghịch chứ không làm chuyển dịch cân bằng.

14. a) 

$CH_3COOH + C_3H_7OH \rightleftharpoons CH_3COOC_3H_7 + H_2O$

0,6 mol   0,6 mol   0,6 mol

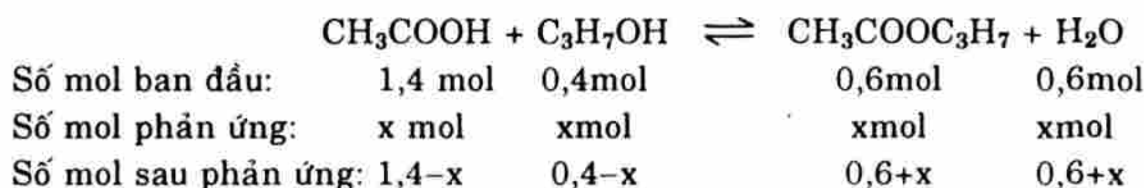
Trước khi thêm CH_3COOH trong dung dịch có :

$$n_{CH_3COOH} = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ mol}$$

$$n_{C_3H_7OH} = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ mol}$$

$$n_{CH_3COOC_3H_7} = 0,6 \text{ mol} = n_{H_2O}$$

b) Khi thêm 1 mol CH_3COOH



	CH_3COOH	$+ C_3H_7OH$	$\rightleftharpoons CH_3COOC_3H_7$	$+ H_2O$
Số mol ban đầu:	1,4 mol	0,4mol	0,6mol	0,6mol
Số mol phản ứng:	x mol	xmol	xmol	xmol
Số mol sau phản ứng:	1,4–x	0,4–x	0,6+x	0,6+x

Giả sử thể tích dung dịch là V, lúc đạt đến trạng thái cân bằng vận tốc phản ứng thuận (v_t) và vận tốc của phản ứng nghịch (v_n) phải bằng nhau, lúc đó:

$$[\text{Este}] = \frac{0,6 + x}{V}; \ [\text{Axit}] = \frac{1,4 - x}{V}; \ [\text{rượu}] = \frac{0,4 - x}{V}$$

$$v_t = k_t\left[\frac{1,4 - x}{V}\right]\left[\frac{0,4 - x}{V}\right]$$

$$v_n = k_n\left[\frac{0,6 + x}{V}\right]\left[\frac{0,6 + x}{V}\right]$$

$$\frac{k_t}{k_n} = \frac{[0,6 + x]^2}{[1,4 - x][0,4 - x]} = 2,25$$

Khi $v_t = v_n$ và $k_t = 2,25k_n$, nên ta có: $1,25x^2 - 5,25x + 0,9 = 0$

Giải ra ta được

$x_1 = 4,02$ (loại)

$x_2 = 0,18$ (Nghiệm này phù hợp vì $1,4 - x > 0$)

$$n_{CH_3COOH} = 1,4 - 0,18 = 1,22 \text{ mol}$$

$$n_{C_3H_7OH} = 0,4 - 0,18 = 0,22 \text{ mol}$$

$$n_{CH_3COOC_3H_7} = 0,6 + 0,18 = 0,78 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = 0,6 + 0,18 = 0,78 \text{ mol}$$

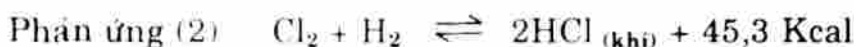
15. a) Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất đến cân bằng:

Phản ứng $2H_2O_{(hơi)} \rightleftharpoons 2H_2 + O_2 - 115,6$ Kcal

Là phản ứng thu nhiệt và tăng số mol khí

+ Khi tăng nhiệt độ: cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận là chiều thu nhiệt để làm giảm hiệu quả của việc tăng nhiệt độ.

+ Khi tăng áp suất: cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch, chiều làm giảm số mol khí, làm giảm hiệu quả của việc tăng áp suất.

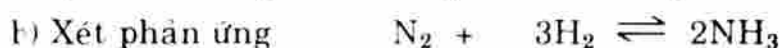


Phản ứng (2) $Cl_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HCl_{(khí)} + 45,3$ Kcal

Là phản ứng tỏa nhiệt và không đổi số mol khí

+ Khi tăng nhiệt độ: cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch, chiều thu nhiệt.

+ Áp suất không ảnh hưởng đến cân bằng.



b) Xét phản ứng $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

Số mol lúc đầu:	2 mol	8 mol	0
Số mol cân bằng:	(2 − x)	(8 − 3x)	2x

Tổng số mol khí lúc đầu: 2 + 8 = 10 mol

Tổng số mol khí lúc cân bằng: (2 − x) + (8 − 3x) + 2x = = 10 − 2x

Vì thể tích bình và nhiệt độ không đổi nên áp suất trong bình tỉ lệ thuận với số mol khí.

$$\frac{p_{\text{cân bằng}}}{p_{\text{lúc đầu}}} = \frac{10-2x}{10} = 0,8 \rightarrow x = 1 \text{ mol}$$

– Nồng độ các chất ở cân bằng:

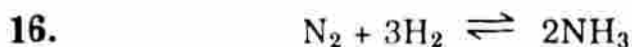
$$[NH_3] = \frac{2x}{V} = \frac{2.1}{2} = 1 mol/l$$

$$[N_2] = \frac{2-x}{V} = \frac{2-1}{2} = 0,5 mol/l$$

$$[H_2] = \frac{8-3x}{V} = \frac{8-3}{2} = 2,5 mol/l$$

– Hằng số cân bằng:

$$K_{cb} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{1}{0,5.(2,5)^3} = 0,128$$



16. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$$\frac{p^2_{NH_3}}{p_{N_2} \cdot p^3_{H_2}} = 1,5.10^{-5} \quad (1)$$

$$p_{H_2} = 3p_{N_2} \quad (2)$$

$$p_{N_2} + p_{H_2} + p_{NH_3} = p \quad (3)$$

$p = 500atm$

$p = 1000atm$

$$p_{N_2} = \frac{1}{4}\left(p - p_{NH_3}\right) \quad (4)$$

$$p_{H_2} = \frac{3}{4}\left(p - p_{NH_3}\right) \quad (5)$$

Thay p_{N_2}, p_{H_2} ở phương trình (4) và (5) vào phương trình (1) ta được:

$$\frac{p^2_{NH_3}}{\frac{27}{256}\left(p - p_{NH_3}\right)^4} = 1,5.10^{-5} \quad (6)$$

$$\frac{p_{NH_3}}{\left(p - p_{NH_3}\right)^2} = 1,26 \times 10^{-3}$$

Hay $1,26.10^{-3} p^2_{NH_3} - 2,26 p_{NH_3} + 315 = 0$ (7)

(khi p = 500 atm)

$1,26.10^{-3} p^2_{NH_3} - 3,52 p_{NH_3} + 1,26.10^3 = 0$ (8)

(khi p = 1000 atm)

Từ (7) (8) → $\begin{cases} p = 500 \text{ atm} \rightarrow p_{NH_3} = 152 \text{ atm.} \\ p = 1000 \text{ atm} \rightarrow p_{NH_3} = 424 \text{ atm.} \end{cases}$

	N_2 +	$3H_2 \rightleftharpoons$	$2NH_3$
Số mol ban đầu:	1 mol	3 mol	
Số mol phản ứng:	a mol	3a mol	2a mol
Số mol sau phản ứng:	1 – a	3 – 3a	2a

$$\frac{2a}{4 - 2a} = \frac{152}{500} \rightarrow a = 0,4662$$

$$\frac{2a'}{4 - 2a'} = \frac{424}{1000} \rightarrow a' = 0,5955$$

Thành phần % của hỗn hợp ban đầu:

– 500 atm : $\frac{4a}{4} = a = 0,4662$ chiếm 46,62%

– 1000 atm : $\frac{4a'}{4} = a' = 0,5955$ chiếm 59,55%

Như vậy tăng áp suất làm cho cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, chiều làm giảm áp suất.

17. a) Khi ban đầu chỉ có H_2 và NH_3 có phản ứng:

Vì số mol khí tăng nên $p_2 > p_1$

b) Khi tăng nhiệt độ $t_2 > t_1$ có cân bằng

Khi tăng nhiệt độ phản ứng chuyển dịch theo chiều nghịch thu nhiệt, làm tăng số mol khí nên: $p_3 > p_2$

Thành phần khí thay đổi như sau so với cân bằng ở nhiệt độ t_1:

+ n_{NH_3} giảm

+ n_{N_2} và n_{H_2} đều tăng

18. Gọi vận tốc phản ứng trường hợp 1 là v_1, phản ứng trường hợp 2 là v_2

$v_1 = k[A][B] = k.0,01 \times 0,002$

$v_2 = k[A'][B'] = k.0,01 \times 0,01$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k.0,01 \times 0,002}{k.0,01 \times 0,01} = 0,2$$

$v_1 = 0,2v_2$

$5v_1 = v_2$

Như vậy nếu [A] = 0,01M; [B] cũng bằng 0,01M thì sau 5 phút lượng chất C thu được cũng là 10%.

19. a) Phương trình phản ứng: $A + B \rightleftharpoons C + D$

Khi đạt đến trạng thái cân bằng: $k_t[A].[B] = k_n[C].[D]$

$$K_{cb} = \frac{k_t}{k_n} = \frac{[C].[D]}{[A].[B]} \rightarrow K_{cb}.[A].[B] = [C].[D]$$

Theo đầu bài $K_{cb} = 1$ thì [A].[B] = [C].[D]

Nồng độ ban đầu của C và D bằng không; khi cân bằng nồng độ của C và D bằng 2M.

Vậy [A].[B] = 4M → [A] = [B] = 2M

Theo phương trình phản ứng 1 mol A phản ứng và 1 mol B phản ứng để tạo thành 1 mol C và 1 mol D.

– Nếu nồng độ ban đầu của A bằng của B và lúc cân bằng, nồng độ của A và B đều bằng 2M.

Vậy trước phản ứng nồng độ của A và B lúc ban đầu đều bằng 4M vì sau phản ứng [C] = [D] = 2M.

b) Nồng độ ban đầu của A > nồng độ ban đầu của B là 3M thì sau phản ứng lúc cân bằng [A] > [B] là 3 mol

$[B] = [A] - 3$

$k_t[A].[A] - 3 = k_n[C].[D] = k_n.2.2 = k_n.4$

$[A]^2 - 3[A] = 4$

$[A]^2 - 3[A] - 4 = 0$

Giải ra ta được hai nghiệm là : – 1 (loại nghiệm này), 4 (nhận)

$[A] = 4M; [B] = 1M$

$[A]_{ban\ đầu} = 4 + 2 = 6M$

$[B]_{ban\ đầu} = 1 + 2 = 3M$

20. Phương trình phản ứng: $A + 2B \rightleftharpoons C$

$v_t = k_t [A].[B]^2 = 0,4 \times 0,3 \times 0,5^2 = 0,03.$

Theo đầu bài nếu nồng độ chất A giảm đi 0,1M thì nồng độ chất B giảm đi 0,2M. Do đó lúc đó [A] còn 0,2M; [B] còn 0,3M

$v_t' = 0,4 \times 0,2 \times 0,3^2 = 0,0072$

21. Gọi nồng độ của SO_2 và O_2 trước khi thay đổi là a và b.

Trước khi thay đổi thể tích

$v_t = k_t [SO_2]^2[O_2] = k_t\ a^2.b$

Khi giảm thể tích 3 lần thì $[SO_2]$ và $[O_2]$ sẽ tăng lên 3 lần.

$[SO_2] = 3a; [O_2] = 3b.$

$v_t' = k_t (3a)^2.3b = k.\ 27a^2.b$

Vậy khi thể tích hỗn hợp khí giảm đi 3 lần, vận tốc phản ứng tăng lên 27 lần.

22. $[CO_2] = \frac{17,6}{44 \times 2} = 0,2M$; $[H_2] = \frac{3,2}{2 \times 2} = 0,8M$

Phương trình phản ứng:	CO_2 +	H_2 ⇌	CO +	H_2O
Số mol ban đầu:	0,2mol	0,8mol	0	0
Số mol phản ứng:	xmol	xmol	xmol	xmol
Số mol lúc cân bằng:	(0,2–x)	(0,8–x)	xmol	xmol

$$K_{cb} = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} = \frac{x^2}{(0,2-x)(0,8-x)} = 1$$

Giải phương trình trên ta được:

$[CO] = [H_2O] = 0,16M$

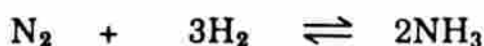
$[CO_2] = 0,04M$

$[H_2] = 0,064M$

23. $n_{N_2\ lúc\ đầu} = \frac{168}{28} = 6$ mol

n_{N_2} tham gia phản ứng: 6mol × 10% = 0,6 mol

$n_{H_2\ lúc\ đầu} = \frac{6}{2} = 3$ mol

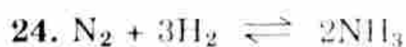


Ta có phản ứng sau:	N_2 +	$3H_2$ ⇌	$2NH_3$
Theo phương trình:	1mol	3mol	2mol
Số mol tham gia phản ứng:	0,6mol	1,8mol	1,2mol
Số mol sau phản ứng:	(6–0,6)mol	(3–1,8)mol	1,2mol
	5,4mol	1,2mol	1,2mol

Trường hợp đẳng tích, đẳng nhiệt: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}$

$n_1 = 6 + 3 = 9$ mol; $\quad n_2 = 5,4 + 1,2 + 1,2 = 7,8$ mol

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{9}{7,8} = 1,15 \quad p_1 = 1,15\,p_2$



24. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

Gọi v_1 là vận tốc phản ứng lúc đầu

Gọi v_2 là vận tốc phản ứng khi giảm thể tích

Gọi a là nồng độ N_2 lúc đầu

Gọi b là nồng độ H_2 lúc đầu

Khi giảm thể tích một nửa thì nồng độ tăng gấp đôi

$v_1 = k\,[N_2][H_2]^3$

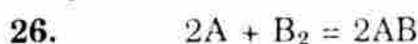
$v_1 = k\,a.b^3$

$v_2 = k.2a.(2b)^3 = k.16.ab^3$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k.16ab^3}{k\,ab^3} = 16;$

$v_2 = 16v_1$

25. Từ 0°C → 40°C (cứ tăng 10°C vận tốc phản ứng tăng gấp đôi) vậy vận tốc phản ứng tăng $2^4 = 16$ lần.



26. $2A + B_2 = 2AB$

$v_t = k_t\,[A]^2.[B_2]$

Gọi nồng độ lúc đầu của A = a mol

B = b mol

$v_1 = k_t\,a^2.b$

Khi tăng áp suất lên 4 lần thì thể tích giảm 4 lần và nồng độ tăng 4 lần.

Vậy nồng độ A lúc tăng áp suất là 4a

Vậy nồng độ B lúc tăng áp suất là 4b

$v_2 = k_t\,.(4a)^2\,.4b = 64a^2b$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k.64a^2b}{k.a^2b} = 64 \qquad v_2 = 64v_1$

27. $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$. Khi cân bằng được thiết lập

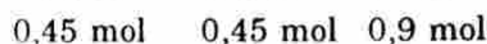
$[H_2] = 0,4M$

$[I_2] = 0,5M$

$[HI] = 0,9M$

Theo phương trình $\quad H_2 \quad + \quad I_2 \quad \rightleftharpoons \quad 2HI$

Cứ : $\quad$ 1 mol $\quad$ 1 mol → $\quad$ 2 mol

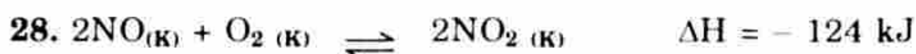


0,45 mol $\quad$ 0,45 mol $\quad$ 0,9 mol

Vậy $[H_2]$ lúc đầu : 0,4 + 0,45 = 0,85M

và $[I_2]$ lúc đầu : 0,5 + 0,45 = 0,95M

$K_{cb} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{0,9^2}{0,4.0,5} = 4,05$



28. $2NO_{(K)} + O_{2\ (K)} \rightleftharpoons 2NO_{2\ (K)}$ $\Delta H = -124$ kJ

a) Khi thay đổi áp suất.

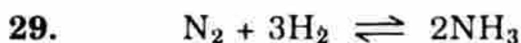
Tăng áp suất cân bằng chuyển theo chiều thuận

Giảm áp suất cân bằng chuyển theo chiều nghịch

b) Thay đổi nhiệt độ

Tăng nhiệt độ cân bằng chuyển theo chiều nghịch

Giảm nhiệt độ cân bằng chuyển theo chiều thuận



29. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

Khi thể tích của hệ giảm 3 lần thì áp suất tăng 3 lần và cân bằng chuyển theo chiều thuận

Gọi nồng độ của N_2 lúc chưa tăng áp suất : a

Gọi nồng độ của H_2 lúc chưa tăng áp suất : b

Gọi nồng độ của NH_3 lúc chưa tăng áp suất: c

$$v_t = k_t.ab^3$$

$$v_{nghịch} = k_{ngh}.c^2$$

Khi tăng áp suất lên 3 lần thì thể tích giảm 3 lần và nồng độ tăng 3 lần

$[N_2]$ khi tăng áp suất : 3a

$[H_2]$ khi tăng áp suất : 3b

$[NH_3]$ khi tăng áp suất : 3c

Khi tăng áp suất của hệ:

$$v_t = k_t.3a.(3b)^3 = 81\ ab^3$$

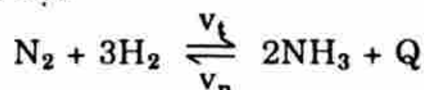
$$v_{nghịch} = k_{nghịch}.(3c)^2 = 9c^2$$

So với lúc chưa tăng áp suất thì v_t tăng 81 lần

So với lúc chưa tăng áp suất thì $v_{nghịch}$ tăng 9 lần

Vậy cân bằng chuyển theo chiều thuận

30. Cân bằng hóa học



$$N_2 + 3H_2 \underset{v_n}{\overset{v_t}{\rightleftharpoons}} 2NH_3 + Q$$

Cân bằng sẽ thay đổi nếu ta thay đổi áp suất và nhiệt độ

– Thay đổi áp suất: Nếu tăng áp suất cân bằng sẽ dời về làm giảm số phân tử khí, tức phía thuận. Ngược lại khi giảm áp suất, cân bằng sẽ dời theo chiều làm tăng số phân tử khí tức là theo chiều nghịch.

– Khi tăng nhiệt độ, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía thu nhiệt tức là theo chiều nghịch. Khi nhiệt độ giảm cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phát nhiệt tức là theo chiều thuận.

ĘChương 7

NHÓM HALOGEN

I. Một số đặc điểm của nhóm halogen

1- Các nguyên tố trong nhóm halogen

2- Cấu tạo nguyên tử của các nguyên tố trong nhóm halogen

II. Tính chất hóa học của halogen

III. Điều chế halogen

IV. Các hợp chất của halogen

- **Bài tập mẫu**
- **Bài tập tự giải, có hướng dẫn giải và đáp số**

I. MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CỦA NHÓM HALOGEN

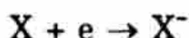
a) Các nguyên tố trong nhóm oxi

– Nhóm halogen trong bảng tuần hoàn gồm các nguyên tố flo, clo, iot. Chúng có tên halogen nghĩa là "tạo muối", do khả năng hóa hợp với các kim loại kiềm tạo ra muối điển hình, ví dụ NaCl. Tên của mỗi nguyên tố lại bộc lộ tính chất nổi bật của chúng. Ví dụ: brom là hôi, iot là màu tím.

Tên các nguyên tố	Kí hiệu hóa học	Z (Điện tích hạt nhân)	Cấu hình electron lớp ngoài cùng	Ái lực electron I (eV)	Độ âm điện	Bán kính nguyên tử	Năng lượng liên kết (Kcal/mol)	Trạng thái vật lí ở điều kiện thường	Số oxi hóa
Flo	F	9	$2s^22p^5$	3,58	4,0	0,64	37	Khí màu lục nhạt	–1
Clo	Cl	17	$3s^23p^5$	3,81	3,0	0,99	59	Khí màu vàng lục	–1, +1, +3, +5, +7
Brom	Br	35	$4s^24p^5$	3,56	2,8	1,14	46,1	Lỏng màu đỏ nâu	–1, +1, +3, +5, +7
Iot	I	53	$5s^25p^5$	3,29	2,4	1,33	36,1	Tinh thể màu tím đen (thăng hoa)	–1, +1, +3, +5, +7

b) Cấu hình electron nguyên tử và cấu tạo phân tử của những nguyên tố trong nhóm halogen

– Nguyên tử của các halogen đều có 7 electron ở lớp ngoài cùng ($ns^2\ np^5$) là những phi kim điển hình. Khuynh hướng mạnh của chúng là kết hợp thêm 1 electron để bão hòa lớp electron ngoài cùng, tạo dễ dàng một anion X^- rất bền.

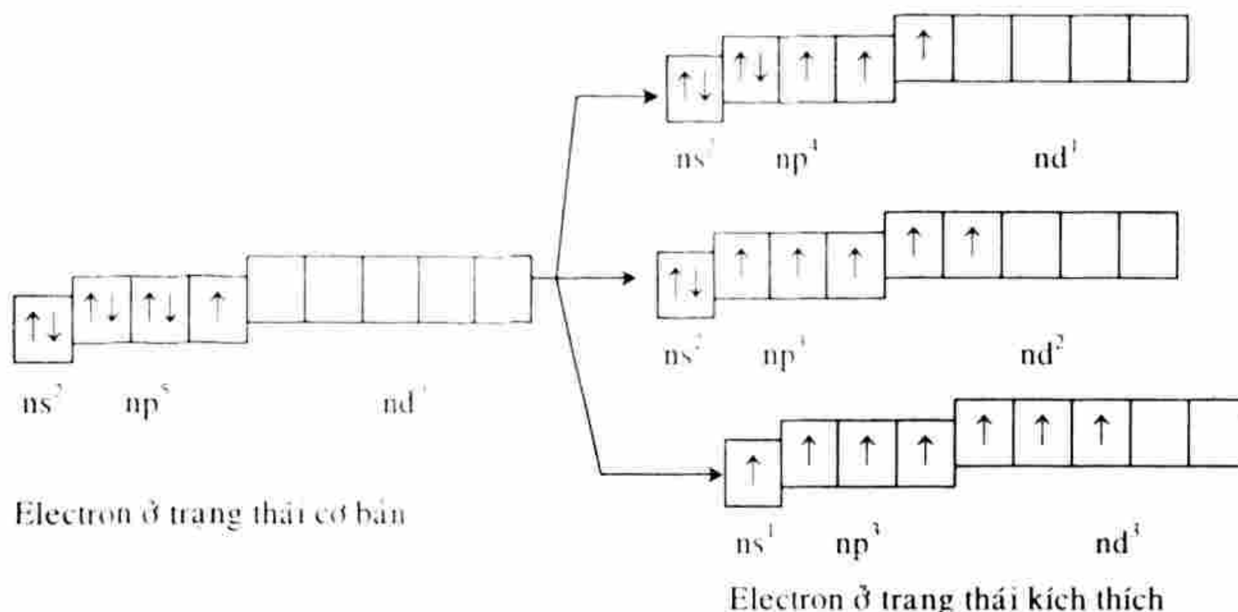


$$X + e \rightarrow X^-$$

Từ flo đến iot, số lớp electron tăng dần và electron lớp ngoài cùng càng xa hạt nhân hơn.

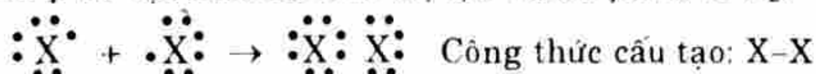
– Ở trạng thái cơ bản, nguyên tử các halogen đều có *một electron độc thân*. (Số oxi hoá là –1)

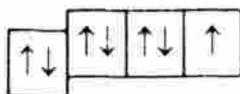
Lớp electron ngoài cùng của nguyên tử flo là lớp thứ hai nên không có phân lớp d. Nguyên tử clo, brom và iot có phân lớp d còn trống, khi được kích thích, 1, 2 hoặc 3 electron có thể chuyển đến những obitan d còn trống:

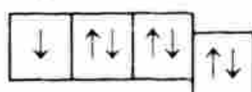


– Ở trạng thái kích thích, *nguyên tử clo, brom hoặc iot có thể có 3, 5 hoặc 7 electron độc thân*. Điều này giúp ta giải thích các trạng thái oxi hoá của clo, brom, iot, các nguyên tố này có các số oxi hoá +1, +3, +5, +7.

Đơn chất halogen không phải là những nguyên tử riêng rẽ mà là những phân tử: Hai nguyên tử halogen X kết hợp với nhau theo kiểu xen phủ 2 obitan p để tạo liên kết hoá trị *tạo thành phân tử X_2*:

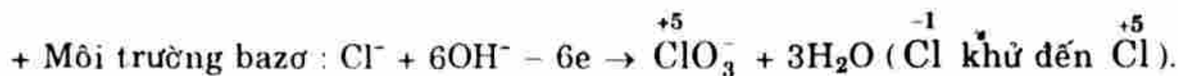






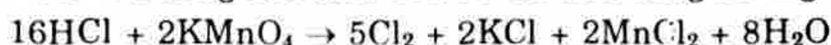
– Khả năng khử của các ion tích điện âm, có điện tích như nhau tăng lên theo sự tăng bán kính nguyên tử, trong nhóm halogen ion I^- có khả năng khử lớn hơn so với ion Br^- và Cl^-, còn F^- thì thể hiện tính khử yếu.

– Khả năng khử của các ion còn phụ thuộc vào môi trường :



+ Môi trường bazơ : $Cl^- + 6OH^- - 6e \rightarrow \overset{+5}{Cl}O_3^- + 3H_2O$ ($\overset{-1}{Cl}$ khử đến $\overset{+5}{Cl}$).

+ Với môi trường axit khử đến số oxi hóa bằng không :



$$16HCl + 2KMnO_4 \rightarrow 5Cl_2 + 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O$$

II. TÍNH CHẤT HÓA HỌC CỦA HALOGEN.

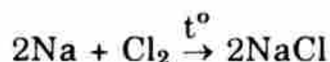
1. Tác dụng với đơn chất

a) Phản ứng với kim loại

– Các halogen có tính oxi hóa mãnh liệt và thực tế cho thấy chúng dễ dàng liên kết điện hóa với các kim loại và luôn oxi hóa các kim loại đến hóa trị cực đại.

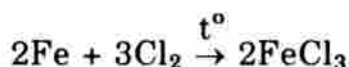
– Các halogen hoạt động hóa học mạnh do phân tử của chúng phân li tương đối dễ dàng thành nguyên tử, nguyên tử có tính chất hóa học rất mạnh.

– Phản ứng kết hợp halogen với kim loại xảy ra đặc biệt nhanh và toả ra nhiệt lượng lớn



$$2Na + Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2NaCl$$

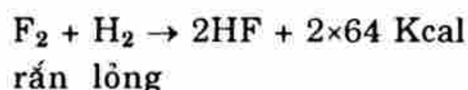
– Khi kết hợp với kim loại, các halogen oxi hóa các kim loại đến hóa trị cực đại của kim loại



$$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2FeCl_3$$

b) Phản ứng với phi kim

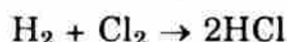
– Phản ứng quan trọng nhất là phản ứng với hiđro, flo phản ứng với hiđro ngay ở nhiệt độ rất thấp, phản ứng phát nổ và tỏa năng lượng lớn, nhiệt độ cao đến 4500°C.



$$F_2 + H_2 \rightarrow 2HF + 2 \times 64\ Kcal$$

rắn lỏng

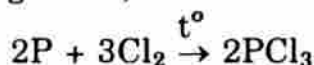
– Hỗn hợp $Cl_2 + H_2$ thể tích mỗi khí bằng nhau, đưa ngoài ánh nắng dễ nổ.



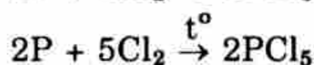
$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

– Cl_2, Br_2 và I_2 không phản ứng trực tiếp với O_2, N_2, C.

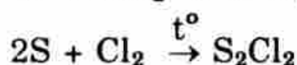
– Phản ứng với P, S.



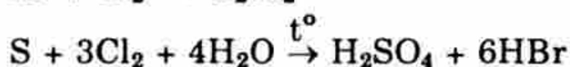
$$2P + 3Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2PCl_3$$



$$2P + 5Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2PCl_5$$



$$2S + Cl_2 \xrightarrow{t^o} S_2Cl_2$$



$$S + 3Cl_2 + 4H_2O \xrightarrow{t^o} H_2SO_4 + 6HBr$$

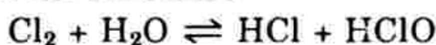
(Nước clo đem đun sôi với P, oxi hóa được P đến hóa trị cực đại H_3PO_4)

2. Tác dụng với hợp chất

a) Phản ứng với nước.

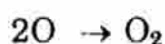
Nước bị flo phân hủy : $2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2$

Clo, brom và iot phân hủy nước theo một cách phức tạp hơn, nó thay thế khó khăn hiđro của nước.



$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$$

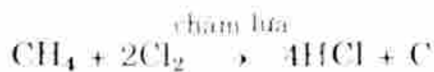
$$HClO \rightarrow HCl + O$$



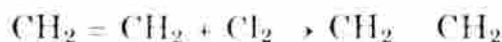
$$2O \rightarrow O_2$$

b) Phản ứng với hợp chất hữu cơ và amoniac

– Phản ứng với chất hữu cơ như hiđrocacbon, clo có thể cho các phản ứng hủy, cộng và thế.

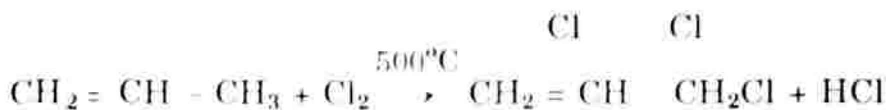


$$CH_4 + 2Cl_2 \xrightarrow{\text{châm lửa}} 4HCl + C$$



$$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2 - CH_2$$

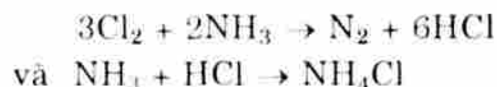
Cl   Cl



$$CH_2 = CH - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{500^oC} CH_2 = CH - CH_2Cl + HCl$$

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{As kt}} CH_3Cl + HCl$$

– Phản ứng với amoniac :



$$3Cl_2 + 2NH_3 \rightarrow N_2 + 6HCl$$

và $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$

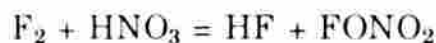
c) Phản ứng với axit

– Là chất oxi hóa khi tác dụng với các axit có tính khử mạnh

$$H_2S + I_2 \rightarrow 2HI + S\downarrow$$

$$HI + Br_2 \rightarrow 2HBr + I_2$$

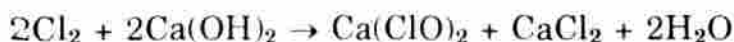
– Khi tác dụng với dung dịch HNO_3, flo thể hiện tính oxi hóa mạnh :



$$F_2 + HNO_3 = HF + FONO_2$$

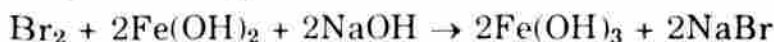
d) Phản ứng với kiềm: các halogen là chất khử

$$Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$



$$2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(ClO)_2 + CaCl_2 + 2H_2O$$

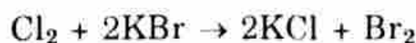
$$3Cl_2 + 6KOH_{dd} \xrightarrow{t^o} KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$$



$$Br_2 + 2Fe(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 2NaBr$$

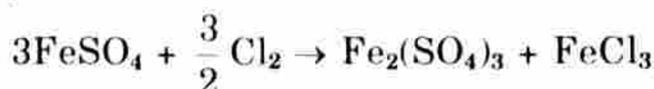
e) Phản ứng với dung dịch muối

– Halogen mạnh đẩy halogen yếu hơn ra khỏi dung dịch muối



$$Cl_2 + 2KBr \rightarrow 2KCl + Br_2$$

– Khi phản ứng với các dung dịch muối, các halogen thể hiện vai trò chất oxi hóa mạnh



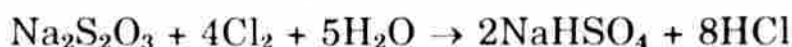
$$3FeSO_4 + \frac{3}{2}Cl_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + FeCl_3$$

$$2FeCl_2 + Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2FeCl_3$$

$$BaSO_3 + Br_2 + H_2O \rightarrow 2HBr + BaSO_4\downarrow$$

$$KNO_3 + F_2 \rightarrow KF + FNO_3$$

$$AgNO_3 + I_2 \rightarrow AgI + INO_3$$



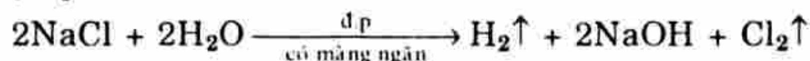
$$Na_2S_2O_3 + 4Cl_2 + 5H_2O \rightarrow 2NaHSO_4 + 8HCl$$

Natri thiosunfat

III. ĐIỀU CHẾ HALOGEN

1. Điện phân có màng ngăn dung dịch muối halogenua của kim loại kiềm (trong công nghiệp)

Flo, clo có độ âm điện cao, nên chỉ có thể điều chế được từ các hợp chất bằng điện phân.

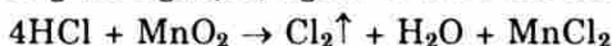


$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{đ.p}} H_2\uparrow + 2NaOH + Cl_2\uparrow$$

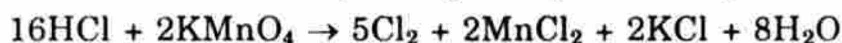
Cl_2 ngày này được điều chế một lượng lớn bằng phương pháp điện phân dung dịch muối NaCl hoặc KCl.

2. Từ axit HX (trong phòng thí nghiệm)

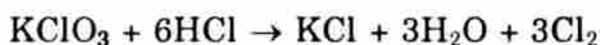
• Trong phòng thí nghiệm, người ta điều chế clo :



$$4HCl + MnO_2 \rightarrow Cl_2\uparrow + H_2O + MnCl_2$$

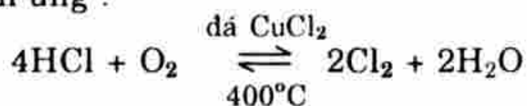


$$16HCl + 2KMnO_4 \rightarrow 5Cl_2 + 2MnCl_2 + 2KCl + 8H_2O$$



$$KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3H_2O + 3Cl_2$$

• Oxi ở điều kiện thường không tác dụng rõ rệt với HCl, nhưng nếu cho HCl và O_2 qua ống có chứa viên đá bọt $CuCl_2$ để làm chất xúc tác ở 400°C thì xảy ra phản ứng :



$$4HCl + O_2 \underset{400^oC}{\overset{\text{đá } CuCl_2}{\rightleftharpoons}} 2Cl_2 + 2H_2O$$

Clo thoát ra khoảng 80%. Trước đây phản ứng này được dùng để sản xuất clo trong công nghiệp.

IV. CÁC HỢP CHẤT CỦA HALOGEN

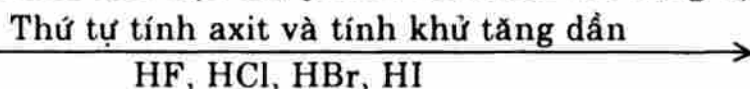
1. Các hiđro halogenua

a. Tính chất hóa học

– Các hiđro halogenua có công thức chung HX, rất dễ hòa tan trong nước thành dung dịch axit, điện li hoàn toàn trong dung dịch thể hiện tính axit mạnh (trừ HF).

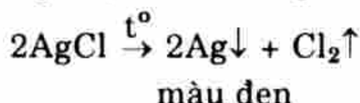
$$HX + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + X^-$$

– Hai tính chất hóa học chủ yếu là tính axit của dung dịch và tính khử



– Để nhận biết các ion X^- người ta thường dùng dung dịch $AgNO_3$ để tạo kết tủa AgCl (màu trắng); AgBr (màu vàng nhạt) và AgI (màu vàng da cam) tất cả các muối đều hóa đen khi chiếu sáng :

$$AgNO_3 + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow + NO_3^-$$



$$2AgCl \xrightarrow{t^o} 2Ag\downarrow + Cl_2\uparrow$$

màu đen

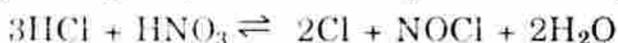
Hầu hết các muối clorua đều tan trừ : $PbCl_2$; $CuCl$; Hg_2Cl_2; $AgCl$. Tính tan của bromua và iodua tương tự như clorua.

Lưu ý : Muối AgF tan trong nước, AgCl tan trong nước amoniac.

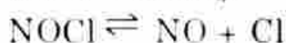
$$AgCl + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]^+Cl^-$$

Trong dãy HF – HCl – HBr – HI, độ dài liên kết tăng lên và năng lượng liên kết giảm xuống làm cho độ bền nhiệt của phân tử giảm xuống mạnh: HF chỉ phân hủy rõ rệt thành đơn chất ở trên 3500°C trong khi ở 1000°C độ phân hủy HCl là 0,014% của HBr là 0,5% và của HI là 33%.

Hỗn hợp 3 thể tích HCl đặc và 1 thể tích HNO_3 đặc được gọi là nước cường toan (hay cường thủy) có khả năng hòa tan được bạch kim và vàng



$$3HCl + HNO_3 \rightleftharpoons 2Cl + NOCl + 2H_2O$$



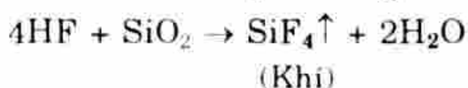
$$NOCl \rightleftharpoons NO + Cl$$

$$Au + 3Cl \rightarrow AuCl_3$$

$$3HCl + Au + HNO_3 \rightarrow AuCl_3 + NO\uparrow + 2H_2O$$

– Tính chất hóa học riêng của HF.

Dung dịch HF có tính chất riêng khác hẳn với các dung dịch axit khác: nó tác dụng được với thạch anh và các chất chứa Si (như thủy tinh ...). Do có ái lực lớn của flo với Si mà có phản ứng trao đổi :



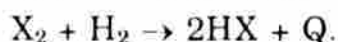
$$4HF + SiO_2 \rightarrow \underset{\text{(Khí)}}{SiF_4\uparrow} + 2H_2O$$

Phản ứng này dùng để khắc thủy tinh ...

b) Điều chế HX

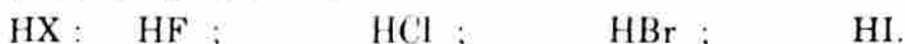
(1) Trong công nghiệp (Phương pháp tổng hợp)

Phương pháp này dựa vào ái lực mạnh của halogen với hiđro.



$$X_2 + H_2 \rightarrow 2HX + Q.$$

Ở 18°C xác định được

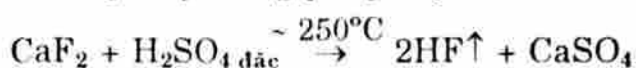


HX :	HF ;	HCl ;	HBr ;	HI.
Q :	+64 Kcal	+22,06 Kcal	+8,65 Kcal	–5,91 Kcal.

Phương pháp này áp dụng tốt với HF và HCl

(2) Trong phòng thí nghiệm (Phương pháp axit tác dụng với các muối halogenua phương pháp "sunfat" cổ điển).

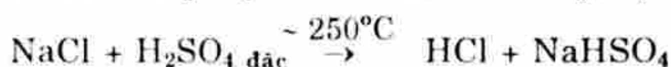
– Đối với HF, đây là phương pháp duy nhất để điều chế nó, đi từ CaF_2.



$$CaF_2 + H_2SO_{4\,\text{đặc}} \xrightarrow{\sim 250^\circ C} 2HF\uparrow + CaSO_4$$

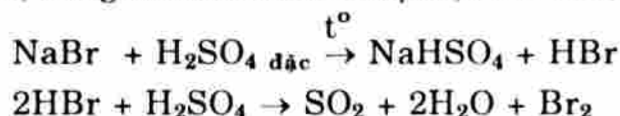
– Đối với HCl

$$2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{\sim 500^\circ C} 2HCl + Na_2SO_4$$



$$NaCl + H_2SO_{4\,\text{đặc}} \xrightarrow{\sim 250^\circ C} HCl + NaHSO_4$$

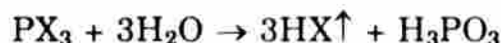
Lưu ý : Chúng ta không áp dụng được phương pháp này để điều chế HBr, HI vì H_2SO_4 đặc, nóng là chất oxihóa mạnh, còn HBr, HI là hai chất khử.



$$NaBr + H_2SO_{4\ đặc} \xrightarrow{t^o} NaHSO_4 + HBr$$

$$2HBr + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O + Br_2$$

(3) Phương pháp thủy phân halogenua photpho



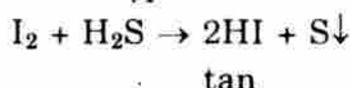
$$PX_3 + 3H_2O \rightarrow 3HX\uparrow + H_3PO_3$$

(Phương pháp này thích hợp để điều chế HBr, HI)

(4) Phương pháp halogen tác dụng với hợp chất chứa hiđro.

$$X_2 + RH \rightarrow RX + HX$$

Phương pháp này thích hợp để điều chế HBr, HI.



$$I_2 + H_2S \rightarrow \underset{tan}{2HI} + S\downarrow$$

2. Các oxiaxit của halogen

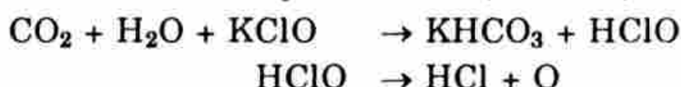
Flo không cho một oxiaxit nào.

Clo, brom, iot, cho một số oxiaxit sắp xếp được thành 4 nhóm :

	+1	+3	+5	+7
	HXO	HXO_2	HXO_3	HXO_4
Ví dụ :	HClO	$HClO_2$	$HClO_3$	$HClO_4$
	Axit hipoclorơ	Axit clorơ	Axit cloric	Axit pecloric

2.1 Axit hipoclorơ

– Axit hipoclorơ là axit rất yếu có $K = 2,5 \times 10^{-8}$, không bền



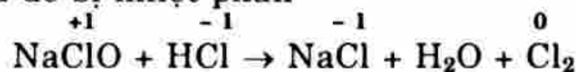
$$CO_2 + H_2O + KClO \rightarrow KHCO_3 + HClO$$

$$HClO \rightarrow HCl + O$$

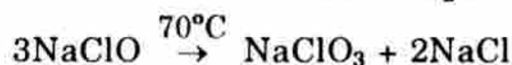
– Axit hipoclorơ có tính oxi hóa mãnh liệt (như nước clo)

$$4HClO + Pb\overset{-2}{S} \rightarrow 4HCl + Pb\overset{+6}{S}O_4$$

– Muối hipoclorit MClO bền hơn axit HClO, lại có khả năng oxi hóa tương tự Cl_2 và dễ bị nhiệt phân



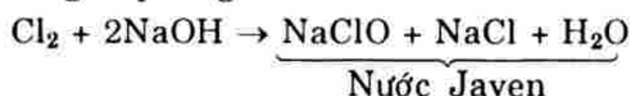
$$Na\overset{+1}{Cl}O + H\overset{-1}{Cl} \rightarrow Na\overset{-1}{Cl} + H_2O + \overset{0}{Cl_2}$$



$$3NaClO \xrightarrow{70^oC} NaClO_3 + 2NaCl$$

(Phản ứng quan trọng điều chế muối clorat)

– Nước Javel tẩy màu, khử độc được chính là nhờ tác dụng CO_2 của không khí giải phóng dần dần axit HClO :



$$Cl_2 + 2NaOH \rightarrow \underbrace{NaClO + NaCl + H_2O}_{\text{Nước Javen}}$$

$$NaClO + CO_2 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + HClO.$$

2.2. Axit clorơ $HClO_2$

Axit clorơ là axit mạnh hơn axit hipoclorơ có $K = 5 \times 10^{-3}$ là axit có tính oxi hóa mạnh.

Muối clorit của axit $HClO_2$ cũng có tính oxihóa và bị thủy phân.

$$3NaClO_2 \xrightarrow{t^o} 2NaClO_3 + NaCl$$

Điều chế axit $HClO_2$:

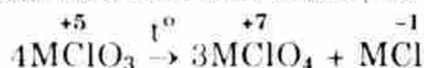
$$Ba(ClO_2)_2 + H_2SO_{4\,loãng} \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HClO_2$$

2.3. Axit cloric $HClO_3$

- Axit cloric là axit mạnh gần bằng các axit HCl, HNO_3... có tính oxi hóa.

$$4HClO_3 \xrightarrow{t^o} 4ClO_2 + 2H_2O + O_2$$

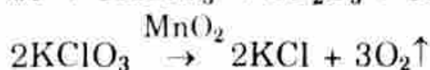
- Muối clorat bền hơn axit cloric, có tính oxi hóa, không bị thủy phân



$$4M\overset{+5}{Cl}O_3 \xrightarrow{t^o} 3M\overset{+7}{Cl}O_4 + M\overset{-1}{Cl}$$

- Muối kali clorat ($KClO_3$) dùng làm thuốc nổ, diêm, điều chế O_2, chất oxihóa, chất diệt cỏ ...

$$6P + 5KClO_3 \rightarrow 3P_2O_5 + 5KCl$$



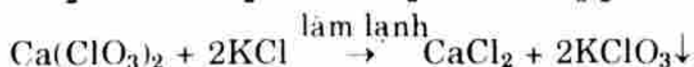
$$2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} 2KCl + 3O_2\uparrow$$

- Điều chế axit $HClO_3$:

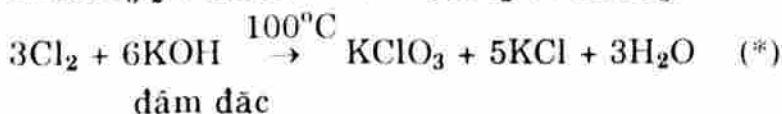
$$3HClO \xrightarrow{t^o} HClO_3 + 2HCl$$

- Điều chế $KClO_3$

$$6Cl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 5CaCl_2 + Ca(ClO_3)_2 + 6H_2O$$



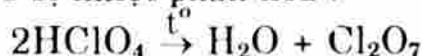
$$Ca(ClO_3)_2 + 2KCl \xrightarrow{\text{làm lạnh}} CaCl_2 + 2KClO_3\downarrow$$



$$3Cl_2 + \underset{\text{đậm đặc}}{6KOH} \xrightarrow{100^oC} KClO_3 + 5KCl + 3H_2O \quad (*)$$

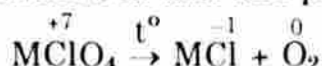
2.4. Axit pecloric $HClO_4$

- Axit pecloric là axit mạnh nhất trong tất cả các axit, các axit HCl, HNO_3 và H_2SO_4 đặc, nguội không có tác dụng gì với muối peclorat. Nó có tính oxi hóa, dễ bị nhiệt phân hóa :



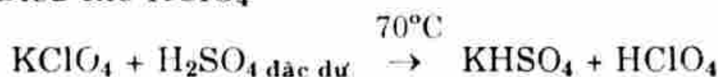
$$2HClO_4 \xrightarrow{t^o} H_2O + Cl_2O_7$$

- Muối peclorat bền hơn axit pecloric, có tính oxihóa, không bị thủy phân

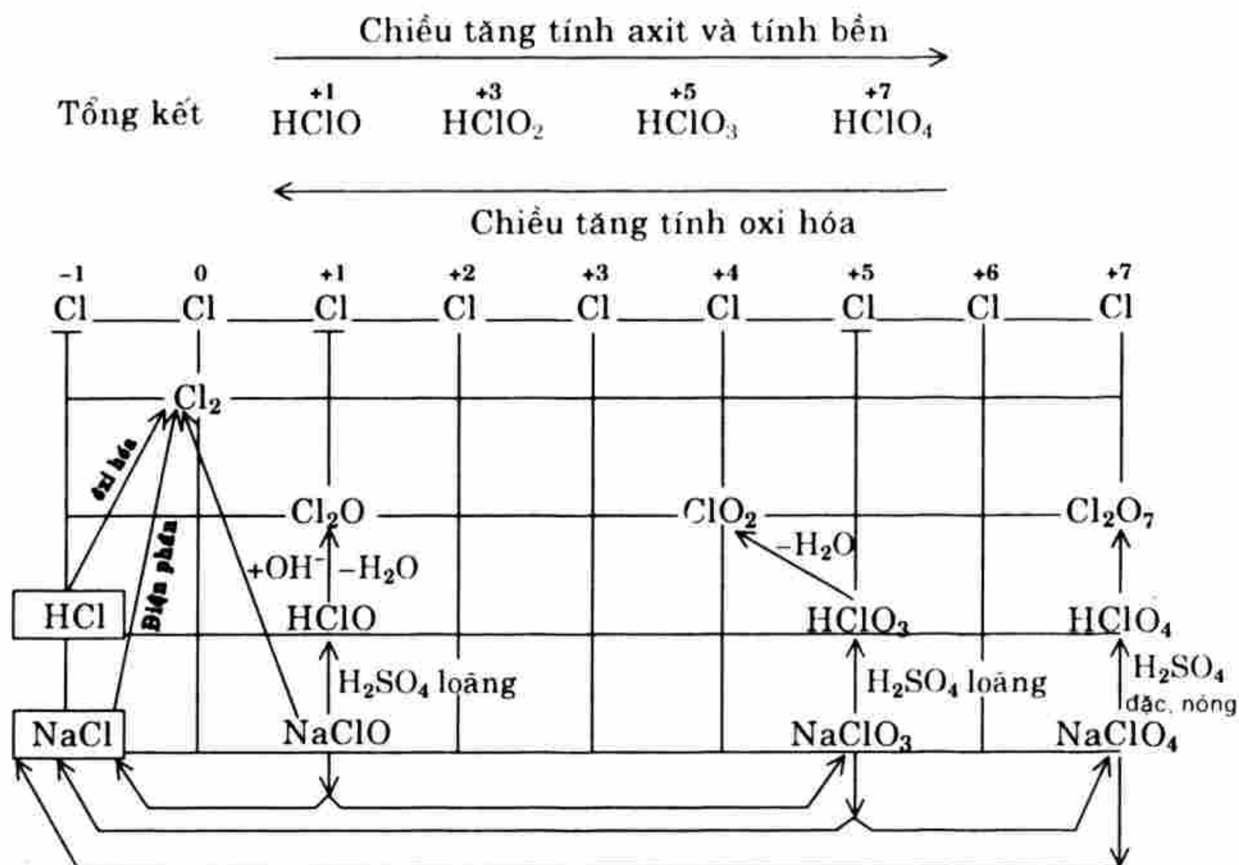


$$M\overset{+7}{Cl}O_4 \xrightarrow{t^o} M\overset{-1}{Cl} + \overset{0}{O_2}$$

- Điều chế $HClO_4$



$$KClO_4 + H_2SO_{4\,đặc\,dư} \xrightarrow{70^oC} KHSO_4 + HClO_4$$



Mối liên quan trong sự điều chế một số hợp chất quan trọng chứa oxi của clo

BÀI TẬP

1. Khi đi từ HF đến HI tính axit và tính khử biến thiên như thế nào? Hãy giải thích.

Giải

– Khi đi từ HF đến HI, tính axit của dung dịch tăng lên, nguyên nhân là do khoảng cách giữa 2 nhân của 2 nguyên tử H và X tăng lên.

– Khi đi từ HF đến HI, tính khử tăng lên, nguyên nhân là khả năng nhường electron của ion halogenua X^- tăng lên từ flo đến iot.

2. Để khử 6,4 gam một kim loại oxit cần 2,688 lít khí H_2 (ở đktc). Nếu lấy lượng kim loại đó cho tác dụng với dung dịch HCl dư thì giải phóng 1,792 lít khí H_2 (ở đktc). Tìm tên kim loại.

(Đề thi tuyển sinh vào Trung tâm đào tạo – bồi dưỡng cán bộ Y tế TPHCM năm 1997)

Giải

a) Xác định hóa trị của kim loại có thay đổi không?

– Khi dùng H_2 để khử oxi của kim loại oxit tức là nguyên tử H_2 nhường electron.

Khi kim loại tác dụng với dung dịch HCl tức là kim loại nhường electron cho H^+, nếu hóa trị kim loại không thay đổi thì số mol H_2 trong 2 phản ứng trên phải bằng nhau :

n_{H_2} dùng để phản ứng với kim loại oxit $= \frac{2,688}{22,4} = 0,12$ mol

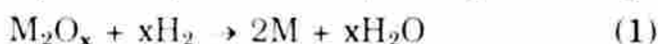
n_{H_2} thu được $= \frac{1,792}{22,4} = 0,08$ mol

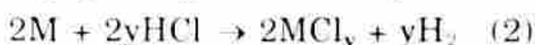
n_{H_2} ở hai phản ứng trên khác nhau, vậy hóa trị của kim loại thay đổi.

b) Xác định tên kim loại

Gọi hóa trị của kim loại trong oxit là x

Gọi hóa trị của kim loại trong muối là y


$M_2O_x + xH_2 \rightarrow 2M + xH_2O$ (1)

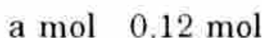

$2M + 2yHCl \rightarrow 2MCl_y + yH_2$ (2)

$$\frac{x \text{ mol } H_2}{y \text{ mol } H_2} = \frac{0,12}{0,08} = \frac{3}{2}$$

Thay x vào phương trình (1)

$M_2O_3 + 3H_2 \rightarrow 2M + 3H_2O$

1 mol 3 mol


a mol 0,12 mol

a = 0,04 mol

0,04 mol có khối lượng 6,4 gam

1 mol ---------- $\frac{6,4}{0,04} = 160$ g

$m_{M_2O_3} = 160$ g $\rightarrow$ M = 56 g (Fe)

Kim loại là Fe

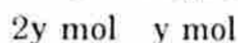
3. Cho rất từ từ dung dịch A chứa x mol HCl vào dung dịch B chứa y mol Na_2CO_3. Sau khi cho hết A vào B ta được dung dịch C. Hỏi trong dung dịch C có những chất gì? bao nhiêu mol (tính theo x, y)

Giải

$HCl + Na_2CO_3 \rightarrow NaHCO_3 + NaCl$ (1)

x mol x mol

$2HCl + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$ (2)


2y mol y mol

Có 5 trường hợp xảy ra

• x = y Chỉ xảy ra (1) dung dịch C có

$$\begin{cases} NaHCO_3 \text{ và} \\ NaCl \text{ có } x \text{ mol hay } y \text{ mol} \end{cases}$$

- $x < y$ Chỉ xảy ra (1) và còn dư Na_2CO_3, dung dịch C

$$\begin{cases} NaHCO_3 : x \text{ mol} \\ NaCl : x \text{ mol} \\ Na_2CO_{3\,\text{dư}} = (y - x) \end{cases}$$

- $x = 2y$ Phản ứng (2) kết thúc, dung dịch C có NaCl x mol hay 2y mol
- $x > 2y$ Chỉ xảy ra phản ứng (2) và còn dư HCl, dung dịch C có:

$$\begin{cases} NaCl : 2y\text{mol} \\ HCl\text{dư} : (x - 2y) \end{cases}$$

- $y < x < 2y$ xảy ra 2 phản ứng (1) (2). Dung dịch C

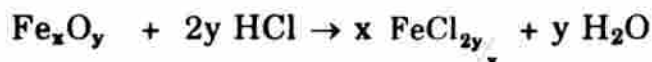
$$\begin{cases} NaHCO_3 : (2y - x)\text{mol} \\ NaCl : x\text{mol} \end{cases}$$

4. Để hòa tan 4 gam sắt oxit cần 52,14 ml dung dịch HCl 10% (d = 1,05 g/ml). Xác định công thức phân tử của sắt oxit

Giải

Gọi công thức của sắt oxit mà ta chưa biết là Fe_xO_y

$$n_{HCl} = \frac{52,14 \times 1,05 \times 10}{100 \times 36,5} = 0,15\text{mol}$$



$$Fe_xO_y + 2y\,HCl \rightarrow x\,FeCl_{\frac{2y}{x}} + y\,H_2O$$

$$\begin{matrix} 1 \text{ mol} & 2y \text{ mol} \\ \frac{4}{56x + 16y}\text{ mol} & 0,15 \text{ mol} \end{matrix}$$

Theo phương trình trên ta có:

$$\frac{4}{56x + 16y} = \frac{0,15}{2y}$$

Giải ra ta được: $\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$. Vậy công thức phân tử của sắt oxit là Fe_2O_3.

5. Dung dịch HCl có pH = 3, cần pha loãng dung dịch axit này (bằng nước) bao nhiêu lần để thu được dung dịch HCl có pH = 4 ?

Giải

Axit HCl là một axit mạnh nên phân li hoàn toàn:

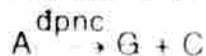
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

Vì $pH = 3 = -\lg[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-3}$ mol/l. Muốn cho pH = 4 tức $[H^+] = 10^{-4}$ mol/l thì phải pha loãng 10 lần, tức là cần trộn 1V dung dịch HCl với 9V nước nguyên chất.

6. Hoàn thành sơ đồ biến hóa

$KClO_3 \rightarrow A + B$

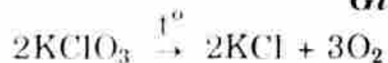
$A + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow C + D + E + F$

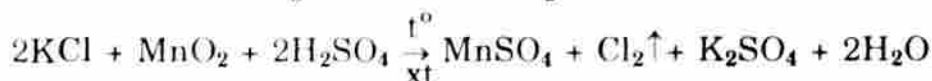

$A \xrightarrow{đpnc} G + C$

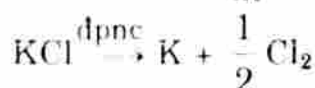
$G + H_2O \rightarrow L + M$

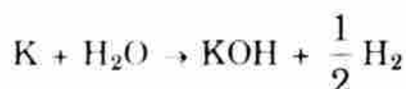
$C + L \rightarrow KClO_3 + A + P$

Giải


$$2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2$$


$$2KCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 \xrightarrow[xt]{t^o} MnSO_4 + Cl_2\uparrow + K_2SO_4 + 2H_2O$$


$$KCl \xrightarrow{đpnc} K + \frac{1}{2}Cl_2$$


$$K + H_2O \rightarrow KOH + \frac{1}{2}H_2$$

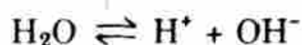
$$2Cl_2 + 6KOH \xrightarrow{t^o} KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$$

7. Viết phương trình phản ứng có thể xảy ra khi điện phân dung dịch hỗn hợp gồm $CuCl_2$, HCl, $CaCl_2$ với điện cực trơ và có màng ngăn. Hãy cho biết pH của dung dịch sẽ thay đổi như thế nào?

Giải

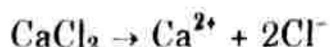
Sơ đồ điện phân hỗn hợp $CuCl_2$, HCl, $CaCl_2$:

Trong dung dịch có các quá trình điện li, khi điện phân các ion âm về cực dương (anot) ion dương về cực âm (catot).

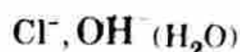

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

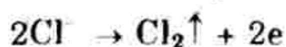
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

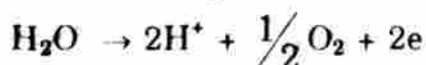
$$CuCl_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Cl^-$$

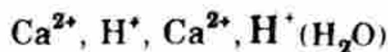

$$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$$

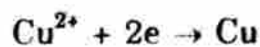
Anot (+) | **Catot** (–)

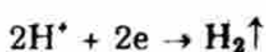

$Cl^-, OH^-(H_2O)$

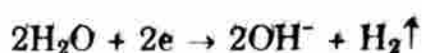

$2Cl^- \rightarrow Cl_2\uparrow + 2e$


$H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e$


$Ca^{2+}, H^+, Ca^{2+}, H^+(H_2O)$

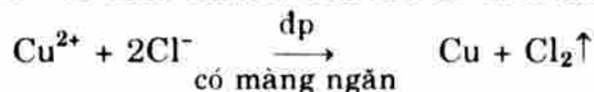

$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$


$2H^+ + 2e \rightarrow H_2\uparrow$


$2H_2O + 2e \rightarrow 2OH^- + H_2\uparrow$

Các phản ứng xảy ra theo trật tự sau:

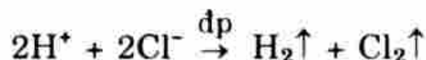
– Vì ion Cu^{2+} có tính oxihóa hơn ion H^+ nên xảy ra:



$$Cu^{2+} + 2Cl^- \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{đp}} Cu + Cl_2\uparrow$$

pH của dung dịch không thay đổi.

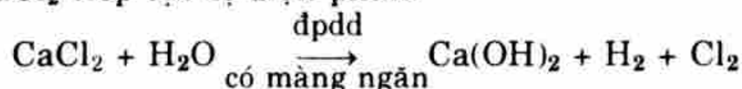
– Khi trong dung dịch không còn ion Cu^{2+} thì xảy ra điện phân dung dịch HCl.



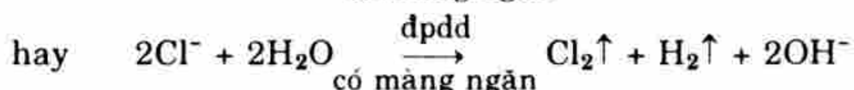
$$2H^+ + 2Cl^- \xrightarrow{\text{đp}} H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$$

Vì $[H^+]$ của dung dịch giảm nên pH tăng, tiến đến pH = 7.

– Khi $CuCl_2$, HCl đã bị điện phân, trong dung dịch còn lại $CaCl_2$, dung dịch $CaCl_2$ tiếp tục bị điện phân.



$$CaCl_2 + H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{đpdd}} Ca(OH)_2 + H_2 + Cl_2$$



hay $$2Cl^- + 2H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{đpdd}} Cl_2\uparrow + H_2\uparrow + 2OH^-$$

Vì $[OH^-]$ tăng lên nên pH của dung dịch tăng pH > 7.

– Khi $CaCl_2$ bị điện phân hết, dung dịch điện phân là dung dịch $Ca(OH)_2$, điện phân dung dịch $Ca(OH)_2$ thực chất là điện phân H_2O, lượng H_2O giảm, nồng độ $Ca(OH)_2$ tăng dần.

BÀI TẬP TỰ GIẢI

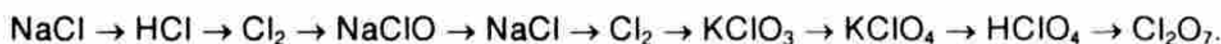
8. Hoàn thành 5 phương trình phản ứng theo dạng sau:

$$BaCl_2 + ... \rightarrow NaCl + ...$$

(Biết rằng các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn, các chất tham gia phản ứng là những chất đã học)

9. Hãy nêu 5 loại phản ứng khác nhau tạo ra HCl trực tiếp từ Cl_2.

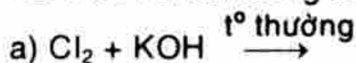
10. Viết các phương trình phản ứng thực hiện các biến đổi hóa học:



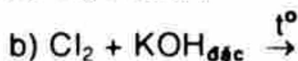
$NaCl \rightarrow HCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow NaClO \rightarrow NaCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow KClO_3 \rightarrow KClO_4 \rightarrow HClO_4 \rightarrow Cl_2O_7$.

11. Nêu bốn phương pháp điều chế Cl_2.

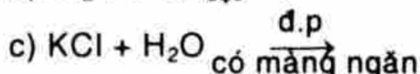
12. Viết và cân bằng các phản ứng sau bằng phương pháp electron



a) $Cl_2 + KOH \xrightarrow{t^o\ \text{thường}}$



b) $Cl_2 + KOH_{\text{đặc}} \xrightarrow{t^o}$



c) $KCl + H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{đ.p}}$

13. Trình bày cách nhận biết các dung dịch hoặc các chất khí :

a) NaCl, Na_2SO_4, H_2SO_4, $NaNO_3$

b) NaCl, NaBr, NaI, NaOH

c) N_2, H_2, Cl_2, F_2, CO_2

d) NaCl, NaBr, NaI, HCl

e) HCl, $AgNO_3$, NaOH, Na_2SO_4, $Ba(OH)_2$

14. Có 16 m*l* dung dịch axit HCl nồng độ x (mol/l) gọi là dung dịch A. Người ta thêm nước vào dung dịch axit trên cho đến khi được 200 m*l*, dung dịch mới có nồng độ 0,1 mol/*l*.

a) Tính x.

b) Lấy 10 ml dung dịch A cho tác dụng với 15 ml dung dịch KOH 0,85M thì được dung dịch B. Tìm nồng độ mol/*l* các chất có trong dung dịch B.

15. Hòa tan 28,4 gam một hỗn hợp 2 muối cacbonat của 2 kim loại hóa trị II bằng dung dịch HCl dư đã thu được 10 lít khí ở 54,6°C và 0,8064 atm và một dung dịch X.

a) Tính khối lượng 2 muối của dung dịch X

b) Xác định 2 kim loại, nếu 2 kim loại đó thuộc hai chu kì liên tiếp của phân nhóm chính nhóm II

c) Nếu đề bài không cho 2 kim loại thuộc 2 chu kì liên tiếp của phân nhóm chính nhóm II thì giải như thế nào ?

16. Cho a gam Fe hoà tan trong dung dịch HCl, sau khi cô cạn được 3,1 gam chất rắn. Nếu cho a gam Fe và b gam Mg cũng vào dung dịch HCl như trên thì thu được 3,34 gam chất rắn và 448 m*l* H_2.

Tính a gam, b gam.

17. Cho 200 cm^3 dung dịch HCl tác dụng vừa đủ với 28,4 gam hỗn hợp 2 muối cacbonat của 2 kim loại hóa trị II người ta thu được 6,72 lit khí (đktc)

a) Tính khối lượng các muối thu được sau phản ứng

b) Tính nồng độ mol/lit của dung dịch HCl đã dùng.

18. Một muối được tạo bởi kim loại M hóa trị II và phi kim hóa trị I. Hòa tan m gam muối này vào nước và chia dung dịch làm hai phần bằng nhau :

– Phần I: Cho tác dụng với dung dịch $AgNO_3$ có dư thì được 5,74 g kết tủa trắng

– Phần II: Nhúng một thanh sắt vào dung dịch muối, sau thời gian phản ứng kết thúc khối lượng thanh sắt tăng lên 0,16 g

a) Tìm công thức của muối

b) Xác định trị số của m

19. Hòa tan hoàn toàn 11,74 g hỗn hợp M gồm một oxit kim loại kiềm và oxit kim loại kiềm thổ bằng dung dịch HCl ta thu được dung dịch A.

– Lấy $\frac{1}{2}$ dung dịch A đem cô cạn. Điện phân nóng chảy chất rắn nhận được thì thấy thoát ra lượng khí Cl_2 cực đại 5,68 g.

– Lấy $\frac{1}{2}$ dung dịch A cho tác dụng với Na_2SO_4 dư thì thu được 2,33 g kết tủa.

Xác định tên hai kim loại trong hỗn hợp M. Biết rằng trong hỗn hợp M oxit kim loại kiềm chiếm trên 72% theo số mol (kim loại kiềm gồm các nguyên tố : Li, Na, K, Rb, Cs, Fr có hóa trị I; kim loại kiềm thổ gồm các nguyên tố : Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra có hóa trị II)

20. Hỗn hợp A gồm bột Al và S. Cho 13,275 gam A tác dụng với 400 ml HCl 2M thu được 8,316 lit khí H_2 tại 27,3°C và 1 atm; trong bình sau phản ứng có dung dịch B. Nếu nung nóng 6,6375 gam A trong bình kín không có oxi tới nhiệt độ thích hợp được chất D. Hòa tan D trong 200 ml HCl 2M được khí E và dung dịch F.

a) Hãy tính nồng độ các chất và các ion trong dung dịch B, dung dịch F.

b) Tính pH của mỗi dung dịch đó và nêu rõ nguyên nhân phải tạo pH thấp như vậy ?

c) Dẫn khí E (đã được làm khô) qua ống sứ chứa 31,5 gam bột CuO nung nóng tới nhiệt độ thích hợp (không có oxi của không khí). Phản ứng xong ta thu được những chất nào? Tính lượng mỗi chất đó. (Biết trong sản phẩm: chất rắn là nguyên chất, tính theo gam; chất khí bay hơi đo tại 100°C, 1 atm; khi tính số mol, được lấy tới chữ số 5 sau dấu phẩy).

(Thi học sinh giỏi Hóa học Quốc gia – 1995)

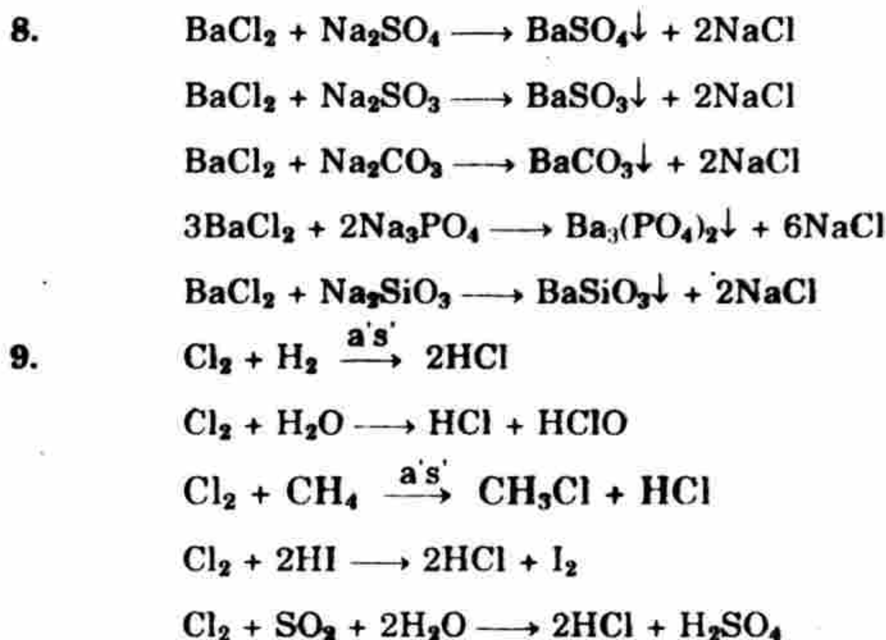
24. a) Cho rất từ từ dung dịch A chứa a mol HCl vào dung dịch B chứa b mol Na_2CO_3 (a < 2b) thu được dung dịch C và V (lit) khí.

b) Nếu cho dung dịch B vào dung dịch A thu được dung dịch D và V_1 (lit) khí. Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn, các thể tích khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn, lập biểu thức nêu mối quan hệ giữa V và V_1 với a, b.

(Đề thi tuyển sinh vào trường Đại học Hàng hải năm 1998 – 1999)

HƯỚNG DẪN CÁCH GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

Chương VII



8. $BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

$BaCl_2 + Na_2SO_3 \longrightarrow BaSO_3\downarrow + 2NaCl$

$BaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow BaCO_3\downarrow + 2NaCl$

$3BaCl_2 + 2Na_3PO_4 \longrightarrow Ba_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$

$BaCl_2 + Na_2SiO_3 \longrightarrow BaSiO_3\downarrow + 2NaCl$

9. $Cl_2 + H_2 \xrightarrow{a's} 2HCl$

$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HClO$

$Cl_2 + CH_4 \xrightarrow{a's} CH_3Cl + HCl$

$Cl_2 + 2HI \longrightarrow 2HCl + I_2$

$Cl_2 + SO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2HCl + H_2SO_4$

14. n_{HCl} trong 16 ml dung dịch đầu là 0,016x

n_{HCl} trong 200 ml dung dịch sau khi thêm nước $0,2 \times 0,1 = 0,02$

n_{HCl} ở hai dung dịch bằng nhau, do đó ta có:

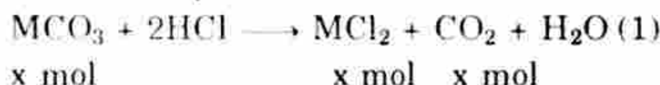
$$0,016x = 0,02$$

$$x = \frac{0,02}{0,016} = 1,25M$$

15.

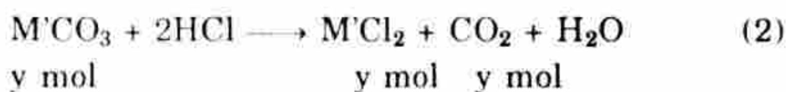
a) Gọi M là kí hiệu, khối lượng nguyên tử của kim loại A

M' là kí hiệu, khối lượng nguyên tử của kim loại B



$$MCO_3 + 2HCl \longrightarrow MCl_2 + CO_2 + H_2O \quad (1)$$

x mol x mol x mol



$$M'CO_3 + 2HCl \longrightarrow M'Cl_2 + CO_2 + H_2O \quad (2)$$

y mol y mol y mol

$$n_{CO_2} = x + y = \frac{0,8064 \times 10}{0,082.(273 + 54,6)} = 0,3mol$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_{2\ muối} + m_{axit} = m_{muối\ clorua} + m_{CO_2} + m_{H_2O}$$

$$28,4\ g + (0,3 \times 2 \times 36,5)\ g = m_{muối\ clorua} + (0,3 \times 44) + (0,3 \times 18)$$

$$m_{muối\ clorua} = 31,7g$$

b) Theo phương trình (1) và (2) số mol 2 muối bằng số mol CO_2 nên :

$$\bar{M}_{2\ kim\ loại} = \left(\frac{28,4}{0,3} - 60\right) = 34,6g$$

Vì 2 kim loại thuộc 2 chu kì liên tiếp của phân nhóm chính nhóm II.

$$M < 34,6 < M'$$

Giả sử M < M' $\quad M = 24$ g (Mg)

$$M' = 40\ g\ (Ca)$$

c) $x + y = 0,3$ mol

$(M + 60)x + (M' + 60)y = 28,4$

Rút ra : $\begin{cases} Mx + M'y = 10,4 \\ x + y = 0,3 \end{cases}$. Giả sử $M < M'$

Thay $x = 0,3 - y$

$$M(0,3 - y) + M'y = 10,4$$

$$y = \frac{10,4 - 0,3M}{M' - M} < 0,3$$

$$10,4 - 0,3\ M < 0,3\ (M' - M)$$

$\frac{10,4}{0,3} < M'$ $\qquad$ M' > 34,6 và có hóa trị II là Ca.

Thay giá trị của M' vào phương trình : $Mx + M'y = 10,4$.

$$Mx + 40(0,3 - x) = 10,4.$$

Rút ra $\qquad x = \frac{1,6}{40 - M} < 0,3$.

M < 34,6. Kim loại hóa trị II có khối lượng nguyên tử < 34,6 chỉ có Mg.

16.

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2 \qquad (1)$$

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2 \qquad (2)$$

$$n_{H_2} = \frac{0,448}{22,4} = 0,02mol$$

• Nếu chỉ có riêng Fe tác dụng theo phương trình (1)

Khối lượng Fe tác dụng hết thì $n_{FeCl_2} = \frac{3,1}{127} = 0,024mol$

vậy n_{H_2} giải phóng là 0,024 mol. Như vậy khi làm thí nghiệm lần thứ hai n_{H_2} ít nhất cũng phải bằng 0,024 mol, theo đầu bài n_{H_2} chỉ là 0,02 (ngoài kim loại Fe còn có Mg). Vậy ở lần đầu kim loại Fe còn dư và axit HCl đã hết. Với thí nghiệm 2 lượng axit như thí nghiệm 1 và chỉ giải phóng 448 ml H_2 (0,02 mol H_2). Vậy ở thí nghiệm 1 cũng chỉ giải phóng 0,02 mol H_2.

$n_{FeCl_2} = 0,02mol \rightarrow m_{FeCl_2} = 0,02 \times 127 = 2,54g$

$m_{Fe\ dư} = 3,1 - 2,54\ g = 0,56\ g \rightarrow n_{Fe\ dư} = 0,01$ mol

$\sum n_{Fe} = 0,01 + 0,02 = 0,03mol$

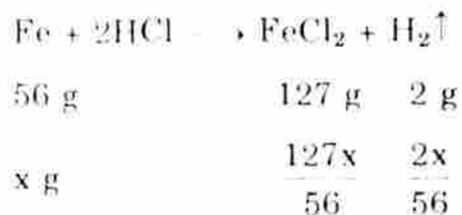
$$a = 0,03 \times 56 = 1,66\ g$$

• Trường hợp Fe và Mg tác dụng với dung dịch HCl

Giả sử kim loại Fe hoàn toàn không tham gia phản ứng (Mg hoạt động hóa học mạnh hơn Fe) thì khối lượng $MgCl_2 = 3,34 - 1,66 = 1,68g \rightarrow n_{MgCl_2} = 0,017$ mol. Số mol tối thiểu phải bằng 0,02 mới đúng. Như vậy có một phần Fe tham gia và Mg tác dụng hết.

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$$

24g	95 g	2g
bg	$\frac{95b}{24}$	$\frac{2b}{24}$



$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

56 g   127 g   2 g

x g $\frac{127x}{56}$ $\frac{2x}{56}$

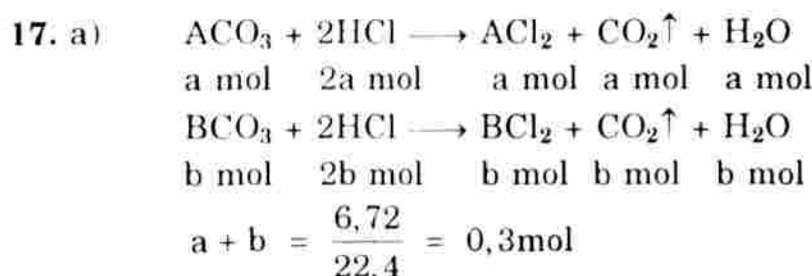
$$x + m_{Fe\ dư} = 1,66$$

$$\frac{95b}{24} + \frac{127x}{56} + m_{Fe\ dư} = 3,34$$

$$\begin{cases} \dfrac{95b}{24} + \dfrac{127x}{56} - x = 3,34 - 1,66 \\ \dfrac{2b}{24} + \dfrac{2x}{56} = 0,02 \times 2 \end{cases}$$

Giải hệ 2 phương trình trên ta được b gam.

17. a)



$$ACO_3 + 2HCl \longrightarrow ACl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

a mol   2a mol   a mol   a mol   a mol

$$BCO_3 + 2HCl \longrightarrow BCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

b mol   2b mol   b mol   b mol   b mol

$$a + b = \frac{6,72}{22,4} = 0,3mol$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng

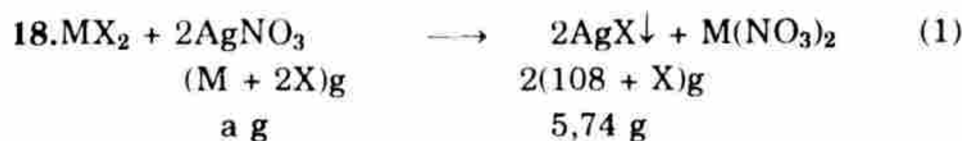
$$\underbrace{a.m_{ACO_3} + b.m_{BCO_3}}_{28,4\ g} + 2(a+b).36,5 = \underbrace{a.m_{ACl_2} + b.m_{BCl_2}}_{m_{muối\ sau\ phản\ ứng}} + (a+b).18 + (a+b).44$$

Khối lượng muối sau phản ứng :

$$28,4 + 21,9 - 5,4 - 13,2 = 31,7\ g$$

b) $[HCl] = \frac{0,3}{0,2} = 1,5M$

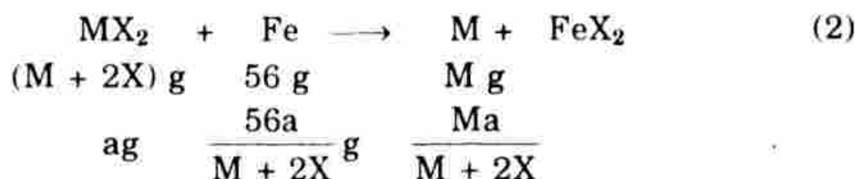
18.



$$MX_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2AgX\downarrow + M(NO_3)_2 \qquad (1)$$

(M + 2X)g   2(108 + X)g

a g   5,74 g



$$MX_2 + Fe \longrightarrow M + FeX_2 \qquad (2)$$

(M + 2X) g   56 g   M g

ag $\frac{56a}{M + 2X}$ g $\frac{Ma}{M + 2X}$

Từ phương trình (1) → $5,74(M + 2X) = 2a(108 + X)$

Từ phương trình (2) → $\frac{M.a}{M + 2X} - \frac{56.a}{M + 2X} = 0,16$

Giải hệ phương trình 2 ẩn trên ta có:

$$5,74\ (M + 2X) = 2a\ (108 + X)$$

$$0,16\ (M + 2X) = a\ (M - 56)$$

$$35,875 = \frac{2(108 - x)}{M - 56}$$

$$35,875\ M - 2009 = 216 - 2X$$

$$35,875\ M = 2225 - 2X$$

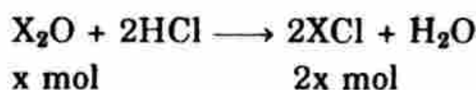
X là phi kim hóa trị I, vậy chỉ có thể là một trong các nguyên tố sau: F Cl, Br, I

X	F	Cl	Br	I
M_X	9	35,5	80	127
M	62,5	64	66,5	69

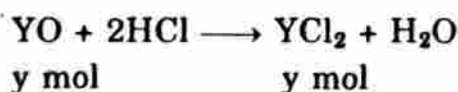
Kim loại hóa trị II chỉ có Cu

19. Xác định tên kim loại kiềm, kiềm thổ.

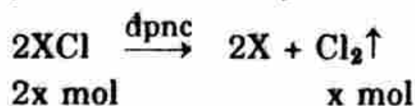
Gọi x, y là số mol của X_2O và YO trong hỗn hợp M



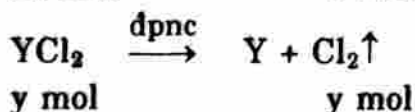
$X_2O + 2HCl \longrightarrow 2XCl + H_2O$
x mol 2x mol



$YO + 2HCl \longrightarrow YCl_2 + H_2O$
y mol y mol



$2XCl \xrightarrow{đpnc} 2X + Cl_2\uparrow$
2x mol x mol



$YCl_2 \xrightarrow{đpnc} Y + Cl_2\uparrow$
y mol y mol

Muối kết tủa là muối của kim loại kiềm thổ:

$YCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow YSO_4\downarrow + 2NaCl$

n_{Cl_2} **sinh ra trong $\frac{1}{2}$ dung dịch A $= \frac{5,68}{71} = 0,08$ mol**

Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} x(2M_X + 16) + y(M_Y + 16) = 11,74 \\ \frac{x}{2} + \frac{y}{2} = 0,08 \\ \frac{y}{2}(M_Y + 96) = 2,33 \rightarrow M_Y = \frac{2,33 \times 2}{y} - 96 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên ta rút ra: $x = \dfrac{9,94}{M_X + 48}$

Theo đầu bài ta có :

$$\frac{x}{0,08 \times 2} 100 > 72 \rightarrow x > 0,1152$$

$$\frac{9,94}{M_X + 48} > 0,1152 \ ; \ M_X < 38$$

$$\frac{9,94}{M_X + 48} < 0,16 \rightarrow M_X > 14$$

$$x < 0,08 \times 2 = 0,16$$

$$x = \frac{9,94}{23 + 48} = 0,14 mol \ ; \ y = 0,02 mol$$

$$M_Y = \frac{4,66}{0,02} - 96 = 137 \ ; \ Y = Ba$$

$14 < M_X < 38 \rightarrow M_X = 23$ (Na)

20. a) $[Al^{3+}] = 0,5625$ M

$[Cl^-] = 2$ M

$[H_3O^+] = 0,3125$ M.

b) pH = 0,5

c) 25,2 gam Cu; 3,4431 lit SO_2

21.

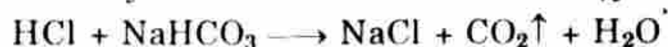
a) Khi cho rất từ từ dung dịch HCl vào dung dịch Na_2CO_3.

$HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow NaHCO_3 + HCl$ (1)

b mol b mol

Suy ra a = b, nhưng

theo đầu bài có khí bay ra thì a > b và cho a < 2b vậy ta có : b < a < 2b.

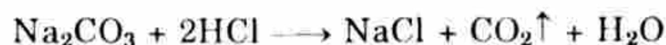


$HCl + NaHCO_3 \longrightarrow NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$

(a – b) mol V

V = (a – b) 22,4.

b) Khi cho dung dịch Na_2CO_3 vào dung dịch HCl



$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$

1 mol 2 mol

b mol a mol V_1

Theo đầu bài cho a < 2b nên phải tính V_1 theo số mol HCl; $V_1 = \left(\dfrac{a}{2}\right) \times 22,4$

Chương 8

NHÓM OXI

I. Một số đặc điểm của nhóm oxi

1- Những nguyên tố trong nhóm oxi

2- Cấu tạo nguyên tử của các nguyên tố trong nhóm oxi

II. Oxi

1- Số oxi hóa và các dạng thù hình

2- Tính chất hóa học của oxi

3- Điều chế oxi

III. Lưu huỳnh

1- Số oxi hóa và các dạng thù hình

2- Tính chất hóa học của lưu huỳnh

3- Điều chế lưu huỳnh

4- Tính chất hóa học của một số hợp chất quan trọng của lưu huỳnh

IV. Bài tập nâng cao

– Bài tập tự giải

– Hướng dẫn giải và đáp số

I. MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CỦA NHÓM OXI

1- Những nguyên tố trong nhóm oxi

Các nguyên tố nhóm oxi của bảng hệ thống tuần hoàn là oxi (O); lưu huỳnh (S); selen (Se); telu (Te).

Tất cả các nguyên tố của phân nhóm này đều là phi kim, hoạt động hóa học tương đối mạnh. So với các nguyên tố halogen mức độ có yếu hơn.

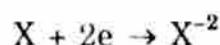
- Các nguyên tố của nhóm oxi có thể phản ứng trực tiếp với các kim loại tạo các quặng (quặng oxit hoặc quặng sunfua) nên phân nhóm này còn có tên gọi là nhóm halcogen

- Quan trọng nhất về mặt lí thuyết cũng như về mặt ứng dụng là oxi. Lưu huỳnh cũng rất quan trọng trong thực tế.

Tên các nguyên tố	Kí hiệu hóa học	Z (Điện tích hạt nhân)	Cấu hình electron lớp ngoài cùng	Năng lượng ion hóa nguyên tử (eV)	Độ âm điện	Bán kính nguyên tử (Å)	Số oxi hóa
Oxi	O	8	$2s^2 2p^4$	13,62	3,5	0,66	– 2
Lưu huỳnh	S	16	$3s^2 3p^4$	10,36	2,5	1,04	– 1, – 2 + 4, + 6
Selen	Se	34	$4s^2 4p^4$	9,75	2,4	1,17	– 2, + 4 +6
Telu	Te	52	$5s^2 5p^4$	9,01	2,1	1,37	– 2, + 4 + 6

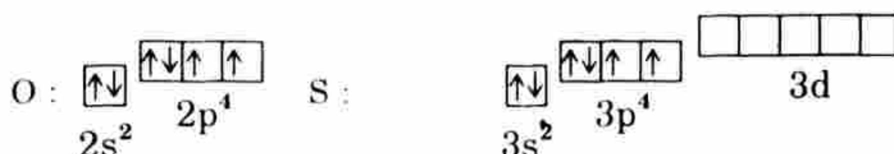
2. Cấu tạo nguyên tử của các nguyên tố trong nhóm oxi

- Các nguyên tử của các nguyên tố trong phân nhóm này đều chứa sáu electron ở lớp vỏ bên ngoài là $ns^2\ np^4$, nên có xu hướng thu thêm 2 electron để có cấu hình electron của khí hiếm,

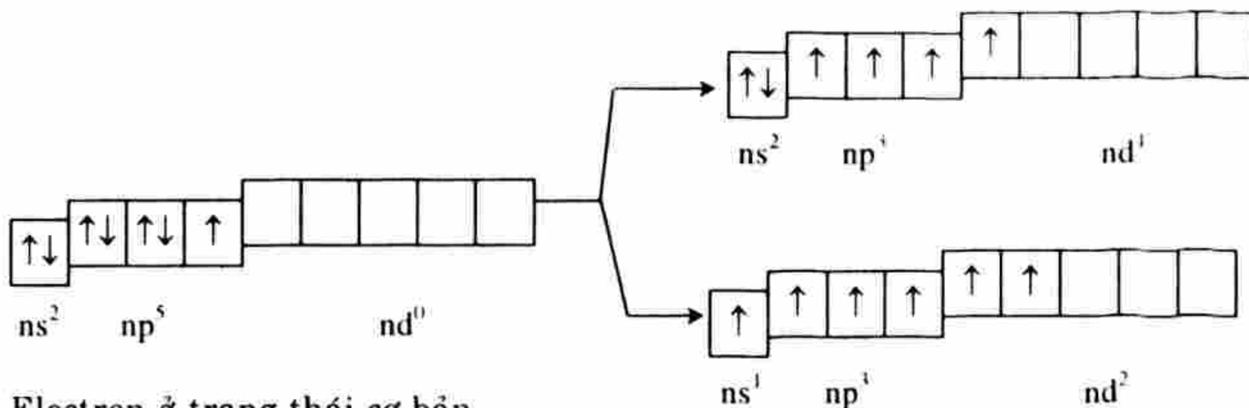


$$X + 2e \rightarrow X^{-2}$$

- Nguyên tử oxi khác với các nguyên tử của các nguyên tố khác là không có phân mức d ở lớp electron bên ngoài, nên chỉ có số oxi hóa – 2



- Nguyên tử S, Se, Te khi bị kích thích các electron ở phân lớp s và phân lớp p có thể nhảy lên phân lớp d còn trống để tạo thành 4 (số oxi hóa +4) hoặc 6 (số oxi hóa +6) electron độc thân.



Electron ở trạng thái cơ bản

Electron ở trạng thái kích thích

– Một số hợp chất của các nguyên tố trong nhóm oxi

Các nguyên tố / Hợp chất	O	S	Se	Te
Hợp chất với hidro	H_2O	H_2S	H_2Se	H_2Te
Các oxit điển hình		RO_2, RO_3		
Các axit điển hình		H_2RO_3, H_2RO_4 Tính axit giảm từ H_2SO_4 → H_2TeO_4		

II. OXI

1– Số oxi hóa và các dạng thù hình

– Oxi có số oxi hóa +1, +2 trong các hợp chất với flo : $\overset{+2}{O}F_2$, $\overset{+1}{O_2}F_2$.

– Oxi có số oxi hóa âm :

$$S\overset{-2}{O_2},\ S\overset{-2}{O_3},\ H_2\overset{-1}{O_2},\ K\overset{-1/2}{O_2},\ K\overset{-1/3}{O_3}$$

– Ngoài dạng O_2, ta còn gặp dạng thù hình của oxi là O_3 (O_3 : O= O → O) có trong khí quyển ở độ cao khoảng từ 10 km đến 30 km giúp ngăn chặn bớt tia tử ngoại từ ngoài vũ trụ đi vào trái đất.

– Oxi tồn tại trong tự nhiên dưới 3 dạng đồng vị bền: ${}^{16}_{8}O$, ${}^{17}_{8}O$, ${}^{18}_{8}O$.

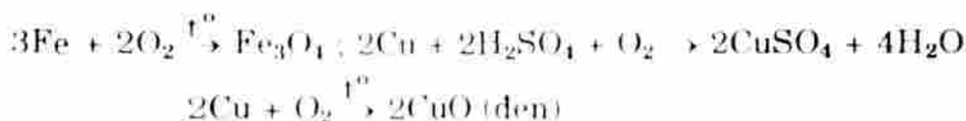
– Trước đây phân tử O_2 được mô tả: O = O, điều này không phù hợp với thực nghiệm oxi lỏng và oxi rắn thể hiện tính thuận từ (bị lệch hướng dưới tác dụng của từ trường) chứng tỏ trong phân tử phải có electron độc thân.

2. Tính chất hóa học

2.1– Tác dụng với các đơn chất

a) Tác dụng với các kim loại.

Oxi tác dụng trực tiếp với tất cả các kim loại trừ Au, Pt (đối với Ag tác dụng ở nhiệt độ khoảng 200°C)



$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{t^o} Fe_3O_4$; $2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 \rightarrow 2CuSO_4 + 4H_2O$

$2Cu + O_2 \xrightarrow{t^o} 2CuO$ (đen)

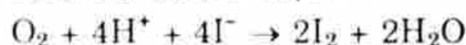
(Người ta thường dùng phản ứng trên để tách hỗn hợp Ag và Cu. Đun hỗn hợp, Cu tác dụng với oxi còn Ag không tác dụng, sau đó cho sản phẩm đốt tác dụng với dung dịch HCl, lọc ta được phần không tác dụng là Ag, và dung dịch nước lọc là $CuCl_2$, điện phân dung dịch $CuCl_2$ ta được Cu).

b) Tác dụng với phi kim (trừ F_2, Cl_2)

$$N_2 + O_2 \xrightarrow[2000^oC]{\text{Tia lửa điện}} 2NO$$

$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

Trong môi trường axit, O_2 oxihóa được I^- :



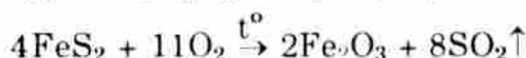
$$O_2 + 4H^+ + 4I^- \rightarrow 2I_2 + 2H_2O$$

Trong môi trường trung tính, O_2 không oxihóa được I^- nhưng O_3 thì oxi hóa được :

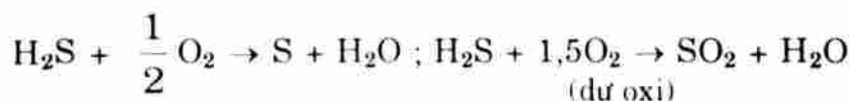
$$O_3 + 2KI + H_2O \rightarrow I_2 + O_2\uparrow + 2KOH$$

2. Tác dụng với các hợp chất

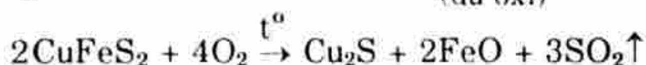
a) Tác dụng với quặng sunfua, H_2S



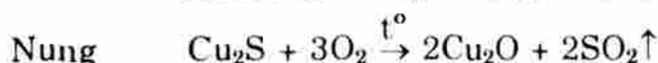
$$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^o} 2Fe_2O_3 + 8SO_2\uparrow$$



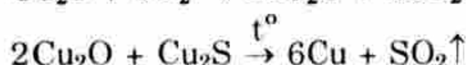
$$H_2S + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow S + H_2O \ ; \ H_2S + 1{,}5O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O \ \text{(dư oxi)}$$



$$2CuFeS_2 + 4O_2 \xrightarrow{t^o} Cu_2S + 2FeO + 3SO_2\uparrow$$

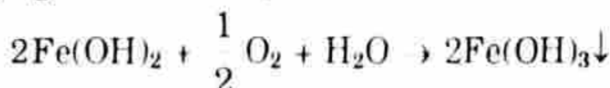


Nung $\quad Cu_2S + 3O_2 \xrightarrow{t^o} 2Cu_2O + 2SO_2\uparrow$



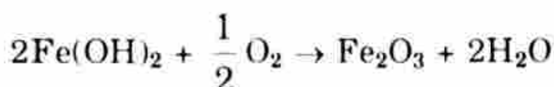
$$2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{t^o} 6Cu + SO_2\uparrow$$

b) Tác dụng với $Fe(OH)_2$



$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow$$

màu trắng xanh màu nâu đỏ

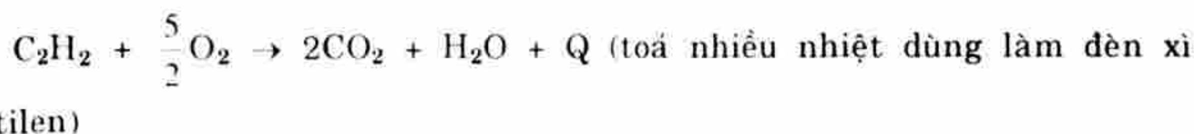


$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 2H_2O$$

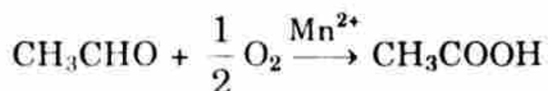
c) Tác dụng với các chất hữu cơ

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$$

$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

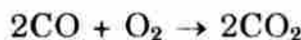


$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O + Q$ (toả nhiều nhiệt dùng làm đèn xì axetilen)

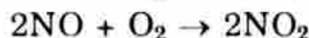


$$CH_3CHO + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{Mn^{2+}} CH_3COOH$$

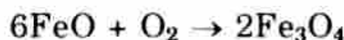
d) Tác dụng với các oxit



$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$



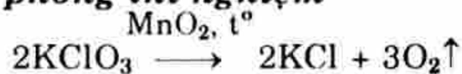
$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$



$$6FeO + O_2 \rightarrow 2Fe_3O_4$$

3. Điều chế oxi

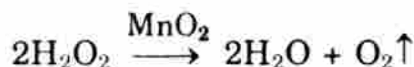
a) Trong phòng thí nghiệm



$$2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2,\ t^o} 2KCl + 3O_2\uparrow$$

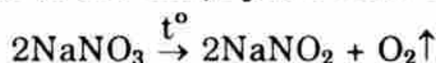
$$2KMnO_4 \xrightarrow{t^o} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

Phân huỷ H_2O_2



$$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2\uparrow$$

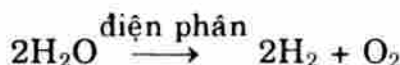
Ngoài ra ta có thể nhiệt phân muối nitrat :



$$2NaNO_3 \xrightarrow{t^o} 2NaNO_2 + O_2\uparrow$$

b) Trong công nghiệp : - Từ không khí người ta hóa lỏng không khí (đã loại bỏ CO_2 và hơi nước) ở nhiệt độ rất thấp (khoảng -200^oC p = 200atm) sau đó chưng cất phân đoạn để lấy N_2 trước rồi lấy oxi.

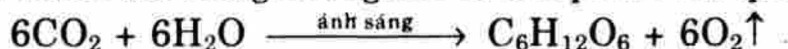
- Từ nước



$$2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 2H_2 + O_2$$

Nước có hòa tan chất điện li, như H_2SO_4 hoặc NaOH để tăng tính dẫn điện của nước.

c) Trong tự nhiên oxi trong không khí là sản phẩm của quá trình quang hợ



$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{ánh sáng}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

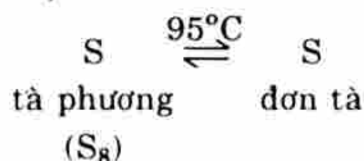
III. LƯU HUỲNH

1– Số oxi hóa và các dạng thù hình

– Lưu huỳnh có số oxi hóa là –1 (FeS_2), –2 (H_2S,...), +4 (SO_2,...), +6 (H_2SO_4, SO_3, SF_6,...)

– Trong tự nhiên lưu huỳnh có 4 dạng đồng vị: ${}^{32}_{16}S$; ${}^{33}_{16}S$; ${}^{34}_{16}S$ và ${}^{36}_{16}S$.

– Lưu huỳnh tồn tại dưới nhiều dạng thù hình, phân tử chứa một số nguyên tử khác nhau, có cấu trúc khác nhau.



$$\underset{\text{tà phương }(S_8)}{S} \overset{95^oC}{\rightleftharpoons} \underset{\text{đơn tà}}{S}$$

Để đơn giản trong các phương trình phản ứng hóa học ta viết công thức của lưu huỳnh dưới dạng 1 nguyên tử S.

2. Tính chất hóa học : Là một phi kim hoạt động hóa học mạnh nhưng kém oxi và các halogen.

2.1. Tác dụng với đơn chất

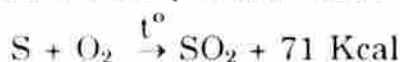
a) Tác dụng với kim loại tạo thành sunfua (trừ Au, Pt) :

$$Fe + S \xrightarrow{t^o} FeS$$

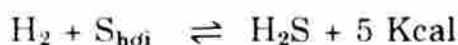
– As, Sb cháy sáng trong hơi lưu huỳnh; Fe, Cu, Zn, Al ... hóa hợp với bột lưu huỳnh nóng, cho những sunfua As_2S_3, As_2S_5; Sb_2S_3, Sb_2S_5; FeS, Cu_2S, ZnS, Al_2S_3.

– Một điểm đặc biệt là Hg, Cu, Ag hóa hợp với lưu huỳnh rất dễ dàng.

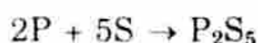
b) Tác dụng với hầu hết các phi kim (trừ N_2, I_2)



$$S + O_2 \xrightarrow{t^o} SO_2 + 71\ Kcal$$



$$H_2 + S_{hơi} \rightleftharpoons H_2S + 5\ Kcal$$

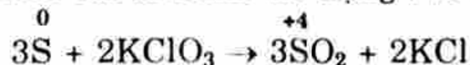


$$2P + 5S \rightarrow P_2S_5$$

Với các halogen tạo thành nhiều hợp chất trong đó S có tất cả các số oxihóa từ +1 đến +6 (S_2Cl_2, SF_6, ...)

2.2. Tác dụng với các hợp chất

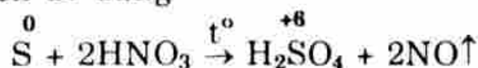
a) Tác dụng với các hợp chất chứa oxi. Khi lưu huỳnh tác dụng với hợp chất chứa oxi thể hiện tính khử (đây là điểm khác với nhau oxi, vì oxi luôn luôn thể hiện tính oxi hóa khi tác dụng với đơn chất cũng như với hợp chất)



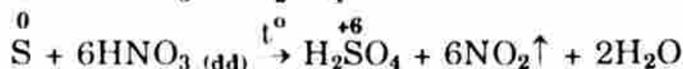
$$3\overset{0}{S} + 2KClO_3 \rightarrow 3\overset{+4}{S}O_2 + 2KCl$$

$$S + 2H_2SO_{4\ (đặc)} \rightarrow 3SO_2\uparrow + 2H_2O$$

– Nếu gặp một số chất oxi hóa mạnh (HNO_3 ...) lưu huỳnh đi đến số oxi hóa +6 một cách dễ dàng



$$\overset{0}{S} + 2HNO_3 \xrightarrow{t^o} H_2\overset{+6}{S}O_4 + 2NO\uparrow$$



$$\overset{0}{S} + 6HNO_{3\ (dd)} \xrightarrow{t^o} H_2\overset{+6}{S}O_4 + 6NO_2\uparrow + 2H_2O$$

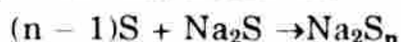
b) Tác dụng với bazơ

Lưu huỳnh tan rất chậm trong bazơ mạnh

$$3S + 6NaOH \rightarrow 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$$

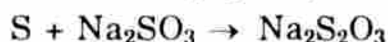
c) Tác dụng với các muối sunfua, sunfit.

Bột lưu huỳnh cho phản ứng cộng dễ dàng với các muối sunfua, sunfit tạo thành các polisunfua, thiosunfat :



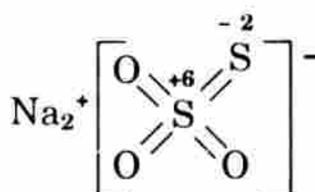
$$(n - 1)S + Na_2S \rightarrow Na_2S_n$$

dung dịch đặc



$$S + Na_2SO_3 \rightarrow Na_2S_2O_3$$

Công thức cấu tạo của $Na_2S_2O_3$:



3. Điều chế lưu huỳnh

a) Phương pháp vật lí (phương pháp Frash)

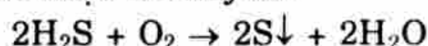
Phương pháp này dùng để khai thác lưu huỳnh tự do trong lòng đất. Người ta dùng hệt thống thiết bị nén siêu nóng (170^{0}C) vào mỏ lưu huỳnh nóng chảy lên mặt đất.

b) Phương pháp hóa học

- Trong công nghiện luyện kim màu, người ta thu được một lượng lớn sản phẩm phụ là SO_2, từ khí này ta chế được lưu hình:

$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S\downarrow + 2H_2O$$

- Trong khí tự nhiên người ta cũng tách ra được một lượng đáng kể khí H_2S, từ khí này ta điều chế được lưu huỳnh:



$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2S\downarrow + 2H_2O$$

(thiếu không khí)

4. Một số hợp chất quan trọng của lưu huỳnh

a) Axit sunfuhiđric

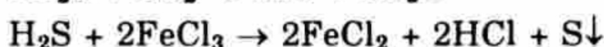
– Khí H_2S (hiđro sunfua) có mùi trứng thối, độc, ít tan trong nước.

– Khí H_2S khi hòa tan trong nước cho dung dịch axit sunfuhiđric

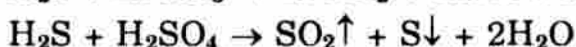
– Axit sunfuhiđric có 2 tính chất hóa học quan trọng: là chất khử mạnh và là axit rất yếu.

– H_2S tác dụng với hầu hết các chất oxi hóa, như SO_2, H_2SO_4 đặc, HNO_3, dung dịch $KMnO_4$, CuO, Cl_2 ...

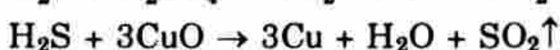
$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S\downarrow + 2H_2O$$



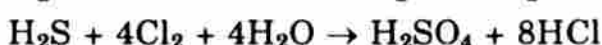
$$H_2S + 2FeCl_3 \rightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + S\downarrow$$



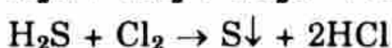
$$H_2S + H_2SO_4 \rightarrow SO_2\uparrow + S\downarrow + 2H_2O$$



$$H_2S + 3CuO \rightarrow 3Cu + H_2O + SO_2\uparrow$$

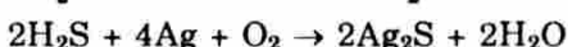


$$H_2S + 4Cl_2 + 4H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 8HCl$$



$$H_2S + Cl_2 \rightarrow S\downarrow + 2HCl$$

$$2H_2S + 2K \rightarrow 2KHS + H_2$$

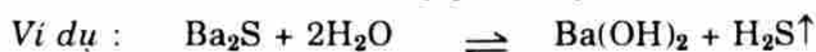


$$2H_2S + 4Ag + O_2 \rightarrow \underset{\text{đen}}{2Ag_2S} + 2H_2O$$

b) Các muối sunfua

– Một số ít muối sunfua tan là của các kim loại kiềm, kiềm thổ, ion NH_4^+, các muối nào tan đều thủy phân mạnh vì cho axit sunfuhiđric :

Ví dụ :



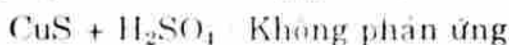
$$Ba_2S + 2H_2O \rightleftharpoons Ba(OH)_2 + H_2S\uparrow$$

$$Al_2S_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$$

– Trật tự không tan của các muối sunfua trong nước và trong dung dịch axit như sau:

Na, K, Ca, Ba, ...	Mn, Zn, Fe, ...	Cd, Co, Ni, Sn, Pb, Cu, Hg, Ag, Au
Tan trong nước	Không tan trong nước, tan trong axit	Không tan trong nước, không tan trong axit

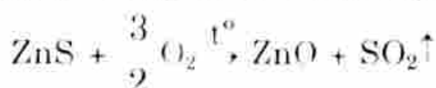
Hóa phân tích lợi dụng trật tự trên dãy để tách các nhóm cation với nhau rồi tiếp tục phân tích trong giới hạn mỗi nhóm.



$CuS + H_2SO_4$ Không phản ứng

$$H_2S + CuSO_4 \rightarrow CuS\downarrow + H_2SO_4$$

Ion sunfua S^{2-} cũng có tính khử mạnh



$$ZnS + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow{t^o} ZnO + SO_2\uparrow$$

– Tính khử rõ rệt của H_2S thể hiện chủ yếu trong các môi trường axit, trung tính :

$$H_2S - 2e \rightarrow S + 2H^+$$

$$H_2S + 4H_2O - 8e \rightarrow SO_4^{2-} + 10H^+$$

– Một số sunfua không tan có màu đặc trưng :

ZnS ;	CdS, Al_2S_3 ;	Sb_2S_3, MnS ;	CuS, PbS, HgS, Bi_2S_3 ...
Màu trắng	Màu vàng	Màu da cam hồng nhạt	Màu đen

c) Các oxit của lưu huỳnh

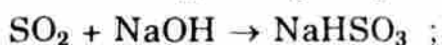
+ Lưu huỳnh hóa hợp với oxi cho được nhiều loại oxit : S_2O_2, S_2O_3, SO_2, SO_3, ... Quan trọng nhất là 2 oxit SO_2 và SO_3.

(1) SO_2

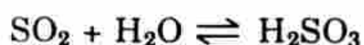
– SO_2 là khí không màu, mùi hắc, độc, tan nhiều trong nước.

– SO_2 là một chất rất hoạt động, cho được nhiều phản ứng hóa học trong đó số oxi hóa của lưu huỳnh có thể không thay đổi, hoặc có thay đổi, tăng hay giảm.

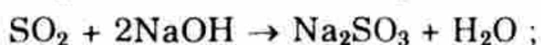
+ Phản ứng không thay đổi số oxi hóa



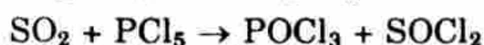
$SO_2 + NaOH \rightarrow NaHSO_3$;



$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$

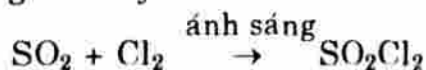


$SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$;



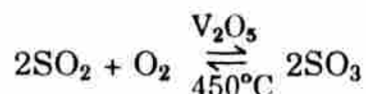
$SO_2 + PCl_5 \rightarrow POCl_3 + SOCl_2$

+ Phản ứng có thay đổi số oxi hóa



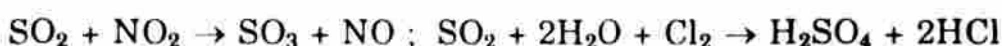
$$SO_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ánh sáng}} SO_2Cl_2$$

($SOCl_2$ dùng trong hóa hữu cơ, nhằm clo hóa axit hữu cơ thành clorua axit, những clorua axit này là nguyên liệu để sản xuất nhiều dược phẩm, thuốc nhuộm).



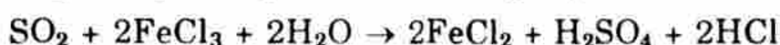
$$2SO_2 + O_2 \underset{450^oC}{\overset{V_2O_5}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$$

• SO_2 là một chất khử khá mạnh tuy có kém H_2, HI, H_2S

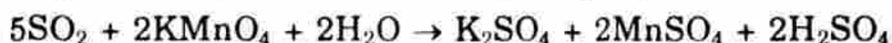


$SO_2 + NO_2 \rightarrow SO_3 + NO$; $SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl$

$SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$



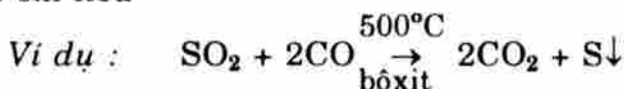
$SO_2 + 2FeCl_3 + 2H_2O \rightarrow 2FeCl_2 + H_2SO_4 + 2HCl$



$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$

• SO_2 là một chất oxi hóa

Đối với những chất khử mạnh (H_2, H_2S, HI, CO) thì SO_2 thể hiện tính chất oxi hóa



Ví dụ : $SO_2 + 2CO \xrightarrow[\text{bôxit}]{500^oC} 2CO_2 + S\downarrow$

$SO_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O + S\downarrow$; $SO_2 + 2Mg \rightarrow 2MgO + S\downarrow$

$SO_2 + 2H_2S \rightarrow 2H_2O + 2S\downarrow$; $SO_2 + 6HI \rightarrow 2H_2O + H_2S + 3I_2$

(2) SO_3

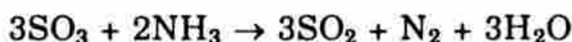
– SO_3 là chất lỏng, hút nước rất mạnh

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + Q$$

Do phản ứng trên tỏa nhiều nhiệt làm nước bay hơi, tạo với SO_3 những giọt nhỏ như sương. (H_2SO_4 bão hòa SO_3 được gọi là oleum)

– SO_3 là chất oxi hóa mạnh.

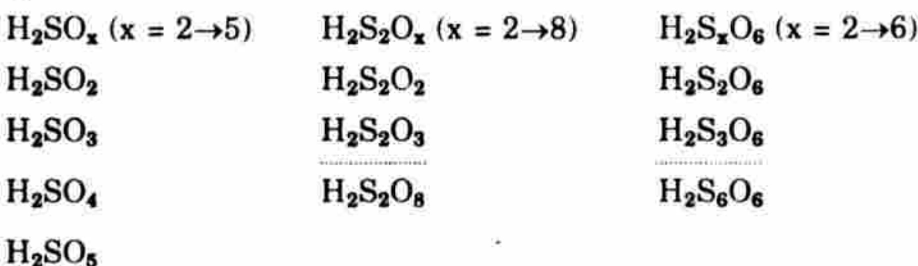
$$SO_3 + 2KI \rightarrow K_2SO_3 + I_2$$



$$3SO_3 + 2NH_3 \rightarrow 3SO_2 + N_2 + 3H_2O$$

d) Các oxiaxit của lưu huỳnh

– Lưu huỳnh cho một dãy oxiaxit phong phú nhất. Có thể phân chia chúng thành 3 nhóm lớn như sau:



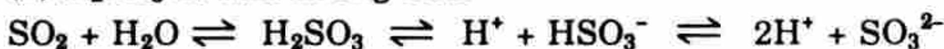
H_2SO_x (x = 2→5)	$H_2S_2O_x$ (x = 2→8)	$H_2S_xO_6$ (x = 2→6)
H_2SO_2	$H_2S_2O_2$	$H_2S_2O_6$
H_2SO_3	$H_2S_2O_3$	$H_2S_3O_6$
	....	....
H_2SO_4	$H_2S_2O_8$	$H_2S_6O_6$
H_2SO_5		

Quan trọng nhất là axit sunfurơ H_2SO_3, axit thiosunfuric $H_2S_2O_3$, axit sunfuric H_2SO_4, axit peoxydisunfuric $H_2S_2O_8$, đứng đầu là H_2SO_4.

Axit H_2SO_4 cũng là axit đứng đầu trong các axit về mặt ứng dụng và số lượng sản xuất.

AXIT SUNFURƠ H_2SO_3

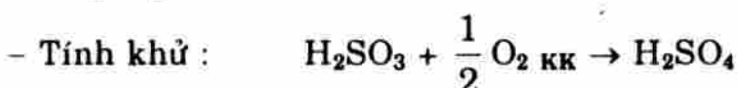
(1) H_2SO_3 là axit không bền.



$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^- \rightleftharpoons 2H^+ + SO_3^{2-}$$

Nếu nấu nóng thì cân bằng chuyển dịch về phía phân hủy axit H_2SO_3, nếu thêm một bazơ thì cân bằng chuyển dịch về phía phải tạo thành muối sunfit và nước.

(2) H_2SO_3 có tính khử và tính oxi hóa



– Tính khử : $H_2SO_3 + \frac{1}{2} O_{2\ KK} \rightarrow H_2SO_4$

Khi phản ứng với các chất oxi hóa Cl_2, Br_2, I_2, $KMnO_4$... H_2SO_3 thành H_2SO_4.

$$H_2SO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HI$$

– Tính oxi hóa: Khi phản ứng với các chất khử mạnh H_2S, HI... thì H_2SO_3 bị khử thành S hoặc H_2S.

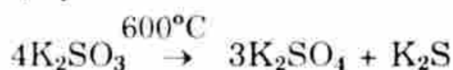
$$H_2SO_3 + 2H_2S \rightarrow 3S\downarrow + 3H_2O$$

(3) H_2SO_3 là một axit trung bình

– Hằng số điện li của H_2SO_3 $K_1 = 2.10^{-2}$; $K_2 = 6.10^{-8}$

– Vì là axit hai lần axit nên tạo 2 muối sunfit: muối trung hòa và bisunfit (muối axit).

– Các sunfit bị nhiệt phân :

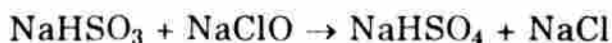


$$4K_2SO_3 \xrightarrow{600^oC} 3K_2SO_4 + K_2S$$

– Các sunfit, bisunfit, đều tác dụng với các axit mạnh dễ dàng cho khí SO_2 bay ra. (ứng dụng để điều chế SO_2 trong phòng thí nghiệm)

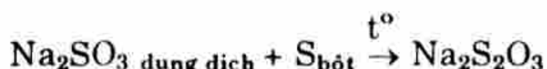
$$Na_2SO_3 + H_2SO_{4\ \text{loãng}} \rightarrow Na_2SO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$$

– Các muối quan trọng nhất là các bisunfit sau: $NaHSO_3$, $Ca(HSO_3)_2$. $NaHSO_3$ dùng làm chất chống clo, dùng để phá hủy dấu vết clo hoặc clo tẩy màu còn sót trong vải sau khi đã tẩy trắng (các nhà máy dệt thường dùng phản ứng này)



$$NaHSO_3 + NaClO \rightarrow NaHSO_4 + NaCl$$

– Các dung dịch sunfit nấu sôi với bột S cho phản ứng cộng thành thiosunfat



$$Na_2SO_{3\ \text{dung dịch}} + S_{\text{bột}} \xrightarrow{t^o} Na_2S_2O_3$$

– Nhận biết ion SO_3^{-} bằng các dung dịch có chứa các ion Ba^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Pb^{2+}...

AXIT SUNFURIC H_2SO_4

(1) H_2SO_4 ở nhiệt độ thường nó hoàn toàn không bay hơi, nếu nấu nóng thì bắt đầu bay hơi.

(2) H_2SO_4 loãng thể hiện đầy đủ tính chất của một axit:

– Tác dụng với kim loại đứng trước hiđro trong dãy điện thế của kim loại (Lưu ý Pb không tác dụng với H_2SO_4 loãng vì tạo $PbSO_4$ kết tủa ngăn phản ứng tiếp diễn).

– Tác dụng với bazơ, oxit bazơ và muối của axit dễ bay hơi (không làm thay đổi số oxi hóa của kim loại trong các hợp chất).

– Không tác dụng với kim loại yếu và phi kim.

(3) H_2SO_4 đặc hút nước mạnh, phản ứng tỏa nhiều nhiệt do có sự solvat hóa mạnh.

$$H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_2SO_4.H_2O + 19\ Kcal$$

vậy cần cẩn thận khi pha loãng axit sunfuric đặc với nước, cho từ từ H_2SO_4 đặc vào nước chứ không được làm ngược lại.

– H_2SO_4 đặc thể hiện tính oxi hóa mạnh, do đó oxi hóa được mọi kim loại trừ Pt và Au, oxi hóa được nhiều phi kim và hợp chất.

	H_2SO_4 đậm đặc
Tác dụng với kim loại	– H_2SO_4 đặc thể hiện tính oxi hóa mạnh, oxi hóa được mọi kim loại trừ Pt và Au. Khi tác dụng với kim loại cho muối mà kim loại có số oxi hóa cao nhất. – Đối với kim loại kém hoạt động (đứng sau hiđro) thì H_2SO_4 chỉ bị khử tới SO_2 $Cu + 2H_2SO_{4\ đ} \xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_4\uparrow + 2H_2O$ – Đối với kim loại trung bình và mạnh: $2Fe + 6H_2SO_{4\ đ} \xrightarrow{t^o} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$ Với kim loại hoạt động hóa học mạnh phản ứng xảy ra phức tạp: $Zn + 2H_2SO_{4\ đ} \xrightarrow{t^o} ZnSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$ $3Zn + 4H_2SO_4 \rightarrow 3ZnSO_4 + S + 4H_2O$ $4Zn + 5H_2SO_4 \rightarrow 4ZnSO_4 + H_2S + 4H_2O$ – H_2SO_4 đặc, nguội không tác dụng với các kim loại Al, Cr, Fe (do bị oxi hóa trên bề mặt tạo một dạng oxit, bền với axit ngăn cản không cho phản ứng tiếp).
Tác dụng với phi kim	$2H_2SO_4 + C \xrightarrow{t^o} 2SO_2\uparrow + CO_2\uparrow + 2H_2O$ $2H_2SO_4 + S \xrightarrow{t^o} 3SO_2\uparrow + 2H_2O$ $5H_2SO_4 + 2P \xrightarrow{t^o} 2H_3PO_4 + 5SO_2\uparrow + 2H_2O$
Tác dụng với bazơ và oxit bazơ	$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2H_2O$ $4H_2SO_4 + 2Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O + SO_2$ $4H_2SO_4 + 2FeO \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 4H_2O$
Tác dụng với muối	$H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$ $H_2SO_4 + Na_2SiO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2SiO_3$ $H_2SO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + SO_2\uparrow$

Với chất hữu cơ	– Xúc tác cho các phản ứng loại nước (H_2SO_4 loãng là tác nhân hợp nước còn H_2SO_4 đặc là tác nhân loại nước) $C_2H_5OH \xrightarrow{170^oC} C_2H_4 + H_2O$ – Khi H_2SO_4 đặc tiếp xúc với các chất hữu cơ có chứa oxi thì chiếm đoạt các nguyên tố để tạo nước, hóa than các gluxit (đường, tinh bột, xenlulozơ...) $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12C + 11H_2O$
Phản ứng với các hợp chất có tính khử	$H_2SO_4 + 2HBr = SO_2 + Br_2 + 2H_2O$ $H_2SO_4 + 8HI = H_2S + 4I_2 + 4H_2O$ $H_2SO_4 + H_2S \rightarrow SO_2 + S + 2H_2O$

(4) Các muối của H_2SO_4.

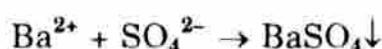
– Các muối sunfat nói chung rất bền với nhiệt, chỉ bị nhiệt phân ở nhiệt độ rất cao và thường không xét.

$$2CaSO_4 \xrightarrow{1400^oC} 2CaO + 2SO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

– Các muối quan trọng nhất: Na_2SO_4 khan dùng nấu thủy tinh, $MgSO_4$ dùng làm thuốc xổ, $(NH_4)_2SO_4$ dùng làm phân đạm, dung dịch $CuSO_4$ loãng được dùng để trừ sâu và khử trùng hạt giống trước khi gieo, mạ điện, $CaSO_4.2H_2O$ dùng để đúc tượng thạch cao và làm bột bó xương gãy, $AlNH_4(SO_4)_2$ và $KAl(SO_4)_2.12H_2O$ (phèn chua) dùng để làm trong nước, ngoài ra phèn chua được dùng trong ngành thuộc da, công nghiệp giấy, chất cầm màu trong ngành nhuộm vải.

– Các muối sunfat dễ tan trong nước (trừ $CaSO_4$, Ag_2SO_4 ít tan, $PbSO_4$, $SrSO_4$ và $BaSO_4$ không tan)

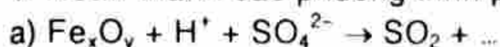
– Nhận biết ion SO_4^{2-} nhờ ion Ba^{2+} ($BaCl_2$, $Ba(NO_3)_2$, $Ba(OH)_2$, $(CH_3COO)_2Ba$)



$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$$

BÀI TẬP

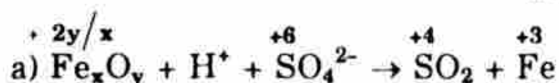
1. Hoàn thành các phương trình phản ứng dưới dạng phân tử và dạng ion :



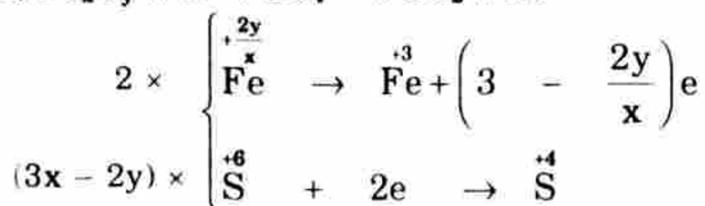
a) $Fe_xO_y + H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow SO_2 + ...$

b) $FeSO_4 + HNO_3 \rightarrow NO + ...$

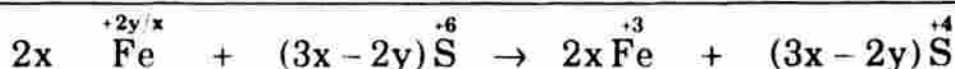
Giải



a) $\overset{+2y/x}{Fe_x}O_y + H^+ + \overset{+6}{S}O_4^{2-} \rightarrow \overset{+4}{S}O_2 + \overset{+3}{Fe}$



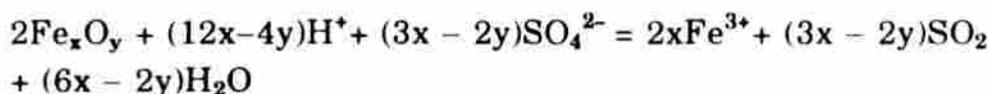
$$\begin{cases} 2 \times & \overset{+\frac{2y}{x}}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{Fe} + \left(3 - \dfrac{2y}{x}\right)e \\ (3x-2y) \times & \overset{+6}{S} + 2e \rightarrow \overset{+4}{S} \end{cases}$$

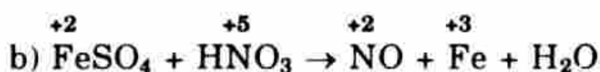


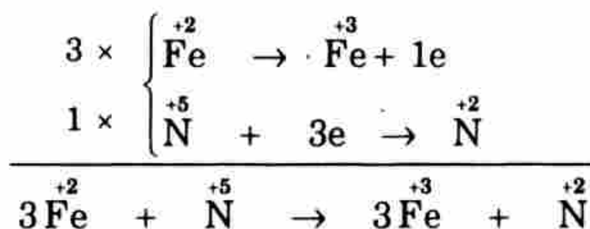
$$2x\overset{+2y/x}{Fe} + (3x-2y)\overset{+6}{S} \rightarrow 2x\overset{+3}{Fe} + (3x-2y)\overset{+4}{S}$$

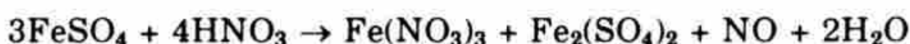
$2Fe_xO_y + (6x - 2y)H_2SO_4 = xFe_2(SO_4)_3 + (3x - 2y)SO_2 + (6x - 2y)H_2O$

Trong phản ứng trên có 3x H_2SO_4 làm môi trường phản ứng


$2Fe_xO_y + (12x-4y)H^+ + (3x - 2y)SO_4^{2-} = 2xFe^{3+} + (3x - 2y)SO_2 + (6x - 2y)H_2O$


b) $\overset{+2}{Fe}SO_4 + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+2}{N}O + \overset{+3}{Fe} + H_2O$


$$3 \times \left\{ \begin{array}{l} \overset{+2}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 1e \\ \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \end{array} \right.$$
$$1 \times$$
$$3\overset{+2}{Fe} + \overset{+5}{N} \rightarrow 3\overset{+3}{Fe} + \overset{+2}{N}$$


$3FeSO_4 + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + Fe_2(SO_4)_2 + NO + 2H_2O$

Trong phản ứng trên có 3 HNO_3 tham gia làm môi trường

$$3Fe^{2+} + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow 3Fe^{3+} + NO + 2H_2O$$

Phản ứng này còn có thể xảy ra theo chiều hướng sau :

$3FeSO_4 + 10HNO_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + 3H_2SO_4 + NO + 2H_2O$

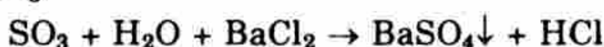
$$3Fe^{2+} + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow 3Fe^{3+} + NO + 2H_2O$$

2. Bằng phương pháp hóa học, hãy nhận biết các bình khí sau đây: CO_2, SO_2, SO_3.

Giải

Cho các bình khí qua dung dịch nước brom, bình khí nào làm mất màu nước brom là SO_2: $SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$

Cho hai bình khí còn lại vào dung dịch $BaCl_2$, bình nào cho kết tủa không tan là SO_3.


$$SO_3 + H_2O + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + HCl$$

Còn lại là bình khí CO_2.

3. Bằng cách nào loại bỏ mỗi khí trong hỗn hợp sau :

a) SO_2 trong hỗn hợp SO_2 và CO_2;

b) SO_3 trong hỗn hợp SO_3 và SO_2 ;

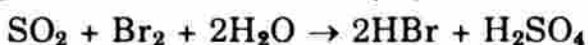
c) CO_2 trong hỗn hợp CO_2 và H_2 ;

d) HCl trong hỗn hợp HCl và CO_2.

(Đề thi học sinh giỏi Hóa học Quốc gia năm 1996)

Giải

a) Cho hỗn hợp SO_2 và CO_2 vào dung dịch nước brom, khí CO_2 không tác dụng và bay ra, còn khí SO_2 tác dụng làm mất màu dung dịch nước brom.


$$SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$$

$$Cu + 2H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

b) Hòa tan hỗn hợp khí vào nước sau đó đun nhẹ SO_2 bay lên, trong dung dịch có H_2SO_4 : $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

Sau đó dùng P_2O_5 để hút nước của H_2SO_4 cho SO_3.

c) Cho hỗn hợp khí vào dung dịch $Ca(OH)_2$ dư, H_2 không tác dụng bay lên. CO_2 tác dụng cho : $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

Lọc thu được kết tủa, cho kết tủa tác dụng với dung dịch H_2SO_4, thu được CO_2.

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

d) Hòa tan hỗn hợp vào nước, CO_2 ít tan trong nước bay lên còn khí HCl tan nhiều trong nước, sau đó đun nhẹ được khí HCl.

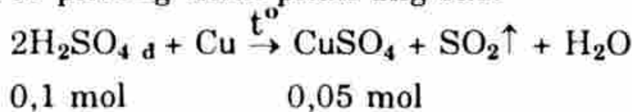
4. Từ 0,1 mol H_2SO_4 có thể điều chế được SO_2 với các thể tích (ở đktc) bằng 1,12 lit; 2,24 lit; 3,36 lit được không? Giải thích, minh họa và viết phương trình phản ứng.

(Đề thi học sinh giỏi Hóa học Quốc gia năm 1994)

Giải

$n_{SO_2} = 0,05$; $n_{SO_2} = 0,1$; $n_{SO_2} = 0,15$

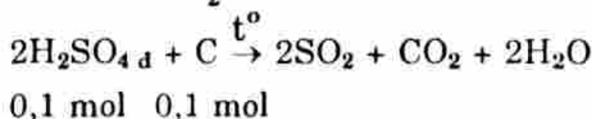
So sánh số mol SO_2 với số mol H_2SO_4 ta nhận thấy có tỉ lệ : 1: $\frac{1}{2}$; 1:1; 1:1,5. Do đó ta có phương trình phản ứng sau:



$$2H_2SO_{4\ đ} + Cu \xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$$

0,1 mol   0,05 mol

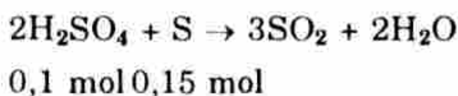
$$V_{SO_2} = 0,05 \times 22,4 = 1,12 \text{ lít}$$



$$2H_2SO_{4\ đ} + C \xrightarrow{t^o} 2SO_2 + CO_2 + 2H_2O$$

0,1 mol   0,1 mol

$$V_{SO_2} = 01, \times 22,4 = 2,24 \text{ lít}$$



$$2H_2SO_4 + S \rightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$

0,1 mol 0,15 mol

$$V_{SO_2} = 0,15 \times 22,4 = 3,36 \text{ lít}$$

5. So sánh tính chất hóa học của O_2 và O_3, cho ví dụ minh họa, nêu nhận biết các sản phẩm của các phản ứng (nếu có).

Giải

So sánh tính chất hóa học của O_2 và O_3

- Giống nhau : O_2 và O_3 đều là chất oxi hóa
- Khác nhau : O_3 có tính oxi hóa mạnh hơn O_2

Cho O_2 và O_3 qua các ống nghiệm đựng dung dịch KI, O_2 không tác dụng, O_3 tác dụng, dung dịch từ không màu chuyển sang màu vàng nâu:

$$2KI + O_3 + H_2O \rightarrow I_2 + O_2 + 2KOH \qquad (1)$$

• Nhận ra I_2 : – Cho vài giọt dung dịch tinh bột, dung dịch chuyển sang màu xanh chàm

– Hoặc đun nóng dung dịch sẽ thoát ra hơi màu tím do I_2 thăng hoa

• Nhận ra KOH: – Cho vài giọt dung dịch phenolphtalein, dung dịch chuyển sang màu hồng, giấy quỳ tím hóa xanh

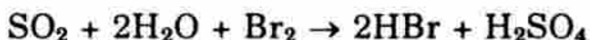
– Hoặc cho Al, Al_2O_3 v.v.. Al và Al_2O_3 tan

6. Có thể dùng phản ứng oxi hóa – khử và phản ứng trao đổi ion để phân biệt SO_2 và SO_3 không ?

Giải

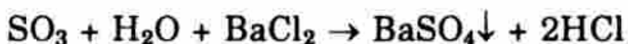
Có thể dùng phản ứng oxi hóa – khử để nhận ra SO_2 và phản ứng trao đổi ion để nhận ra SO_3

– SO_2 làm mất màu nước Br_2, SO_3 không tác dụng



$$SO_2 + 2H_2O + Br_2 \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$$

– SO_3 tác dụng với dung dịch $BaCl_2$, tạo kết tủa $BaSO_4$ không tan trong axit, SO_2 không tác dụng



$$SO_3 + H_2O + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$$

7. Trộn m gam bột Fe với p gam bột S rồi nung ở nhiệt độ cao (không có oxi) thu được hỗn hợp A. Hòa tan hỗn hợp A bằng dung dịch HCl dư ta thu được 0,8 gam chất rắn B, dung dịch C và khí D. Cho khí D (có tỉ khối hơi so với H_2 bằng 9) sục rất từ từ qua dung dịch $CuCl_2$ (dư) thấy tạo thành 9,6 gam kết tủa đen.

a) Tính khối lượng m, p

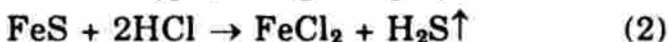
b) Cho dung dịch C tác dụng với dung dịch NaOH dư trong không khí rồi lấy kết tủa nung ở nhiệt độ cao tới khối lượng không đổi thì thu được bao nhiêu gam chất rắn?

Giải

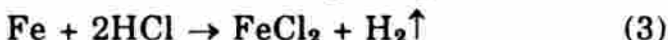
a) – Khi nung Fe và S không có oxi chỉ xảy ra phản ứng:

$$Fe + S \rightarrow FeS \qquad (1)$$

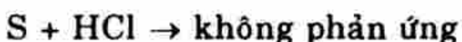
– Hòa tan hỗn hợp A bằng dung dịch HCl



$$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S\uparrow \qquad (2)$$

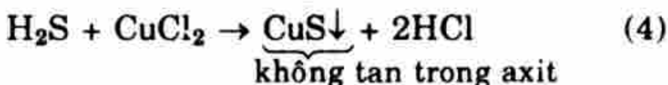


$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow \qquad (3)$$



$$S + HCl \rightarrow \text{không phản ứng}$$

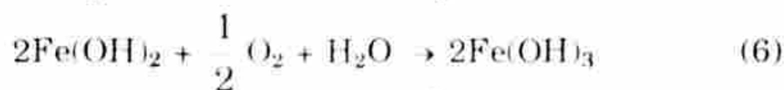
– Sục từ từ khí D vào dung dịch $CuCl_2$



$$H_2S + CuCl_2 \rightarrow \underbrace{CuS\downarrow}_{\text{không tan trong axit}} + 2HCl \qquad (4)$$

– Cho dung dịch C tác dụng với NaOH dư và nung kết tủa trong không khí đến khối lượng không đổi.

$$FeCl_2 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2NaCl \quad (5)$$



$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 \quad (6)$$

$$2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3 \quad (7)$$

Theo phương trình (1, 2, 4)

$$n_{FeS} = n_{H_2S} = n_{CuS} = \frac{9,6}{96} = 0,1mol$$

Đối với khí D: Gọi %V của H_2S là x (khí D có H_2 và H_2S).

$$\overline{M}_D = 9 \times 2 = 18 = 34x + 2(1 - x)$$

Giải ra x = 0,5 tức 50%. Do đó :

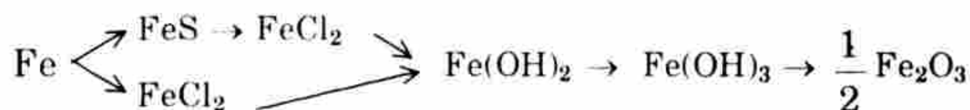
$$n_{H_2} = n_{H_2S} = 0,1\ n_{Fe\ còn\ lại}$$

Vậy khối lượng : Fe ban đầu : (0,1 + 0,1)56 = 11,2 g

m = 11,2 g

: – S ban đầu = 0,8 + (0,1.32) = 4 g.

b) Theo các phương trình phản ứng trên ta có sơ đồ:



Do đó $n_{Fe_2O_3} = \frac{1}{2}n_{Fe}$ ban đầu $= \frac{0,2}{2} = 0,1$ mol

Khối lượng $Fe_2O_3 = 0,1 \times 160 = 16$ g

BÀI TẬP TỰ GIẢI

8. Có 5 lọ mất nhãn, mỗi lọ đựng một trong các dung dịch sau đây: $NaHSO_4$; $KHCO_3$; Na_2SO_3; $Mg(HCO_3)_2$; $Ba(HCO_3)_2$. Trình bày cách nhận biết từng dung dịch chỉ được dùng thêm cách đun nóng.

9. Người ta cho a (nguyên tử gam) kim loại M (hóa trị n không đổi) tan vừa hết trong dung dịch chứa a (phân tử gam) H_2SO_4 được 1,56 gam muối A và khí B. Lượng khí B được hấp thụ hoàn toàn bởi 45 ml dung dịch NaIOH 0,2M tạo thành 0,608 gam muối.

Lượng muối A thu được ở trên cho hòa tan hoàn toàn vào nước sau đó cho thêm 0,387 gam hỗn hợp C gồm Zn và Cu, sau khi phản ứng xong tách được 1,144 gam chất rắn D.

a) Tính khối lượng của kim loại M ban đầu

b) Tính khối lượng của các kim loại trong hỗn hợp C.

10. Hòa tan lần lượt a gam Mg xong đến b gam Fe, c gam một sắt oxit X trong H_2SO_4 loãng dư thì thu được 1,23 lit khí A (27°C, 1atm) và dung dịch B. Lấy

$\frac{1}{5}$ dung dịch B cho tác dụng vừa đủ với dung dịch $KMnO_4$ 0,05M thì hết 60 m được dung dịch C. Biết trong dung dịch C có 7,314 gam hỗn hợp muối trung hòa.

a) Cho biết công thức oxit sắt đã dùng.

b) Tính a, b, c?

c) Tính V dung dịch H_2SO_4 2M tối thiểu cần để thực hiện phản ứng trên.

11. Khi cho a gam dung dịch H_2SO_4 nồng độ A% tác dụng hết với một lượng hỗn hợp 2 kim loại Na, Mg (dùng dư) thì thấy lượng khí H_2 tạo thành bằng 0,05 a gam. Tính A%

12. Khi hòa tan b gam oxit kim loại hóa trị II bằng một lượng vừa đủ dung dịch axit H_2SO_4 15,8% người ta thu được dung dịch muối có nồng độ 18,21%. Xác định kim loại hóa trị II.

13. Hòa tan 9,875 gam một muối hiđrocacbonat (muối A) vào nước và cho tác dụng với một lượng H_2SO_4 vừa đủ, rồi đem cô cạn thì thu được 8,25 gam một muối sunfat trung hòa khan.

Xác định công thức phân tử và gọi tên muối.

14. Một hỗn hợp A gồm 2 kim loại oxit là Fe_xO_y và M_2O_3 với số mol là a và b, trong đó $\frac{a}{b} = 1,6$. Khi cho hỗn hợp trên tác dụng với H_2SO_4 đặc tạo ra 179,2 ml khí (đktc) và hỗn hợp muối có khối lượng gấp 1,356 lần khối lượng muối tạo ra từ Fe_xO_y.

Tính khối lượng hỗn hợp A và khối lượng muối tạo thành.

15. Thực hiện dãy biến đổi hóa học sau :

a) $S \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow S \rightarrow CuS \rightarrow CuSO_4$

b) $H_2S \rightarrow (NH_4)_2S \rightarrow Na_2S \rightarrow H_2S \rightarrow S$

c) $H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow S$

$\searrow CuSO_4 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

Chương 8

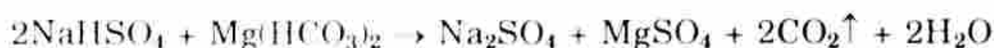
8. – Lấy một ít dung dịch trong mỗi lọ cho vào các ống nghiệm làm mẫu thử và đun nóng, ta nhận thấy có 2 ống nghiệm cho kết tủa trắng xuất hiện đó là các ống nghiệm đựng các dung dịch $Ba(HCO_3)_2$ và $Mg(HCO_3)_2$.

$$Ba(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^o} BaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^o} MgCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

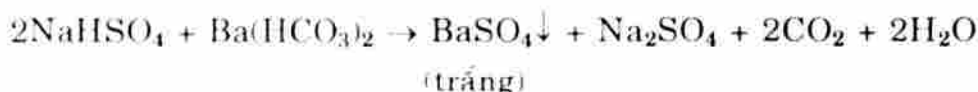
– Ba ống nghiệm còn lại không có kết tủa.

Lấy vài giọt dung dịch ở một trong hai lọ đựng các dung dịch có kết tủa khi đun nóng trên, nhỏ vào các ống nghiệm còn lại, ống nghiệm nào thấy sủi bọt khí là $NaHSO_4$, nếu trong ống nghiệm này tạo thành dung dịch trong suốt và có khí bay lên thì dung dịch nhỏ vào là $Mg(HCO_3)_2$.



$$2NaHSO_4 + Mg(HCO_3)_2 \rightarrow Na_2SO_4 + MgSO_4 + 2CO_2\uparrow + 2H_2O$$

Nếu trong ống nghiệm có kết tủa trắng và có khí bay lên thì dung dịch nhỏ vào là $Ba(HCO_3)_2$



$$2NaHSO_4 + Ba(HCO_3)_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + Na_2SO_4 + 2CO_2 + 2H_2O$$

(trắng)

– Như vậy đã tìm được các lọ đựng $NaHSO_4$, $Ba(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, còn hai lọ đựng các dung dịch $KHCO_3$ và Na_2SO_3

Lấy vài giọt dung dịch $Ba(HCO_3)_2$ cho vào 2 ống nghiệm đựng 2 dung dịch chưa biết trên. Ống nghiệm nào xuất hiện thấy kết tủa thì ống nghiệm đó là dung dịch Na_2SO_3

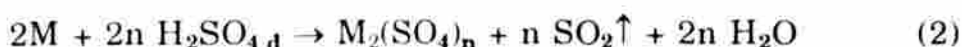
$$Na_2SO_3 + Ba(HCO_3)_2 \rightarrow BaSO_3\downarrow + 2NaHCO_3$$

Dung dịch còn lại là $KHCO_3$.

9. *Biện luận* : Khi kim loại M tác dụng với dung dịch H_2SO_4 thì tùy theo tính khử của kim loại, nồng độ của axit và nhiệt độ phản ứng mà cho các sản phẩm khác nhau. Theo đầu bài phản ứng tạo ra muối và khí B.

$$2M + n\,H_2SO_4 \rightarrow M_2(SO_4)_n + \frac{n}{2}H_2\uparrow \qquad (1)$$

Phản ứng không xảy ra như trên do H_2 không tác dụng với NaOH, vì tỉ lệ $\dfrac{\text{Số nguyên tử gam M}}{\text{Số phân tử gam } H_2SO_4} = \dfrac{a}{a} = \dfrac{1}{1}$, nên chỉ phản ứng sau xảy ra :



$$2M + 2n\,H_2SO_{4\,đ} \rightarrow M_2(SO_4)_n + n\,SO_2\uparrow + 2n\,H_2O \qquad (2)$$

Phản ứng tạo thành H_2S

$$8M + 5n\,H_2SO_{4\,đ} \rightarrow 4M_2(SO_4)_n + n\,H_2S + 4n\,H_2O$$

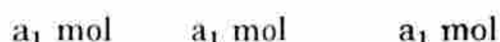
không xảy ra vì H_2SO_4 đặc là chất oxi hóa, H_2S là chất khử.

Theo đề bài và từ phương trình (2) ta rút ra n = 1; vậy M là kim loại hóa trị I

$$2M + 2H_2SO_{4đ} \xrightarrow{t^o} M_2SO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

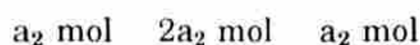
Khí SO_2 bị hấp thụ bởi dung dịch NaOH, giả sử xảy ra theo 2 phản ứng :

$$SO_2 + NaOH \rightarrow NaHSO_3 \qquad (3)$$



a_1 mol $\quad a_1$ mol $\quad a_1$ mol

$$SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O \qquad (4)$$



a_2 mol $\quad 2a_2$ mol $\quad a_2$ mol

$$n_{NaOH} \text{ đã phản ứng } = \frac{0,2 \times 45}{1000} = 0,009$$

Ta có hệ phương trình:

Giải hệ phương trình trên ta có :

$$\begin{cases} 104a_1 + 126a_2 = 0,608g \\ a_1 + 2a_2 = 0,009 \end{cases}$$

$a_1 = 0,001$ mol; $a_2 = 0,004$ mol

Từ phương trình (2) $n_{SO_2} = 0,5a = a_1 + a_2 = 0,005$

$$a = 0,01$$

Từ khối lượng muối A:

$(2M + 96)\ 0,5a = 1,56g$

Thay a = 0,01 ta được M = 108 g (Ag)

Khối lượng kim loại ban đầu:

$m_{Ag} = 108 \times 0,01 = 1,08$ g

b) Gọi $n_{Cu} = x$; $n_{Zn} = y$

Kho cho hỗn hợp C (Cu + Zn) vào Ag_2SO_4 (0,005 mol), giả sử xảy ra 2 phản ứng :

$$Zn + Ag_2SO_4 \rightarrow 2Ag + ZnSO_4$$

Số mol ban đầu	x mol			
Số mol phản ứng	x_1 mol	x_1 mol	$2x_1$ mol	x_1 mol
Số mol sau phản ứng	$(x - x_1)$		$2x_1$ mol	x_1 mol

$$Cu + Ag_2SO_4 \rightarrow 2Ag + CuSO_4$$

Số mol ban đầu	y mol			
Số mol phản ứng	y_1 mol	y_1 mol	$2y_1$ mol	y_1 mol
Số mol sau phản ứng	$(y - y_1)$ mol		$2y_1$ mol	y_1 mol

Nếu vậy ta có :

$65(x - x_1) + 64(y - y_1) + 108(2x_1 + 2y_1) = 1,144$ g (α)

Ta lại có: $65x + 64y = 0,387$ (β)

Giải (α) và (β) ta được : $151x_1 + 152y_1 = 0,757$ (γ)

Vì tổng số mol (Zn + Cu) ở trong giới hạn $\frac{0,387}{65} < n_{hh} < \frac{0,387}{64}$, $n_{hh} > 0,005$ chứng tỏ Ag_2SO_4 phản ứng hết.

– Nếu cả 2 phản ứng trên thực hiện xong: Zn, Cu, Ag_2SO_4 đã phản ứng hết : $\left.\begin{matrix} x - x_1 = 0 \\ y - y_1 = 0 \end{matrix}\right\} x_1 + y_1 = 0,005$ mol.

Chất rắn C chỉ có Ag. Vậy khối lượng chất rắn D là : $216(x_1 + y_1) = 1,044 < 1,144$ (loại)

Lượng Zn còn dư: $x - x_1 > 0$ $x_1 = 0,005$

Ag_2SO_4 hết $y_1 = 0$

Trường hợp này cũng bị loại.

Lượng Zn đã phản ứng hết $x - x_1 = 0$; Cu còn dư $y - y_1 > 0$; Ag_2SO_4 đã phản ứng hết $x_1 + y_1 = 0,005$

Hỗn hợp C gồm $n_{Ag} = 2(x_1 + y_1)$ vì $x - x_1 = 0 \rightarrow x = x_1$

$n_{Cu} = y - y_1$

Thay $x = x_1$ vào phương trình (y)

$151x + 152(0,005 - x) = 0,757$

$x_1 = x = 0,003$; $y_1 = 0,002$

Thay x = 0,003 vào phương trình $65x + 64y = 0,384g$

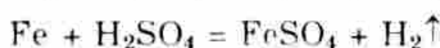
$65 \times 0,003 + 64y = 0,384 \rightarrow y = 0,003$

Trong D có $m_{Ag} = 108 \times 2(x_1 + y_1) = 108 \times 2(0,005) = 1,08$ g

$m_{Cu\ dư} = 64(y - y_1) = 64 \times 0,001 = 0,064$ g

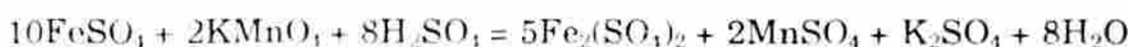
10. Khi cho Mg, Fe tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng cho khí H_2 bay ra ta có:

$Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2\uparrow$



$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2\uparrow$

Tác dụng với dung dịch $KMnO_4$ là $FeSO_4$ (do Fe và có thể sắt oxit tác dụng với H_2SO_4 sinh ra)



$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

n_{KMnO_4} đã dùng: $0,060 \times 0,050 = 0,003$ mol

n_{FeSO_4} tham gia phản ứng: $0,003 \times \frac{10}{2} = 0,015$ mol

$n_{H_2} = \frac{1.1,23}{0,082\ (273 + 27)} = \frac{1,23}{0,082 \times 300}$

n_{MnSO_4} : 0,003 mol

$n_{K_2SO_4}$: $\frac{0,003}{2} = 0,0015$ mol

n_{FeSO_4} có trong dung dịch B: $0,015 \times 5 = 0,075$ mol

$\rightarrow Fe^{2+} = 0,075$ ion gam

Khối lượng Mg + Fe đã dùng là 0,05 mol

Như vậy trong dung dịch B có 0,075 ion gam $Fe^{2+} > n_{Fe + Mg}$ (là 0,05 mol).

Suy ra trong sắt oxit có Fe^{2+}

$m_{Fe_2(SO_4)_3}$ có trong dung dịch C (ứng với $\frac{1}{5}$ dung dịch B) là:

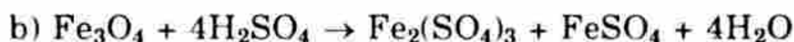
Nếu cả dung dịch B: 6,6 × 5 = 33 g hay 0,0825 mol hay 0,165 ion gam Fe^{2+}

$$m_{\substack{\text{muối}\\ \text{trung hòa}}} - m_{MnSO_4} - m_{K_2SO_4} = 7,314 - 0,003 \times 151 - 0,015 \times 174$$

$$= 6,6$$

Lượng Fe^{2+} (0,165 ion gam) > Fe^{2+} (có 0,075 ion gam)

Sắt oxit X chứa ion Fe^{2+} và ion Fe^{3+} vậy công thức là Fe_3O_4



b) $Fe_3O_4 + 4H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + FeSO_4 + 4H_2O$

Fe^{3+} có trong Fe_3O_4: 0,165 – 0,075 = 0,09 ion gam

Fe_3O_4 ($FeO.Fe_2O_3$)

$$n_{Fe_3O_4} = \frac{0,09}{2} = 0,045\text{mol hay } c = 0,045 \times 232 = 10,44\text{g}$$

Fe^{2+} do Fe_3O_4 sinh ra : 0,045 ion gam

Fe^{2+} do Fe sinh ra : 0,075 – 0,045 = 0,03 ion gam

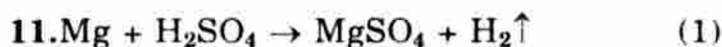
Fe có : 0,03 mol hay a = 0,03 × 56 = 1,68 gam

Mg có : 0,05 – 0,03 = 0,02 mol hay b = 0,02 × 24 = 0,48 g

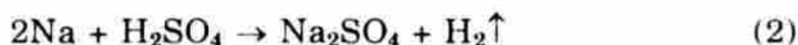
c) Lượng H_2SO_4 tối thiểu dùng cho tất cả các phản ứng trên là :

$$(0,02 \times 2) + (0,03 \times 2) + (0,03 \times \frac{8}{2}) + (0,45 \times 4) = 0,292 \text{ mol}$$

$$V_{H_2SO_4} = \frac{0,292}{2} = 0,146\ l$$



11. $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$ (1)



$2Na + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2\uparrow$ (2)

Vì hỗn hợp kim loại dùng dư, trong dung dịch H_2SO_4 có nước nên có phản ứng: $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$ (3)

– Nếu lấy a = 100 g dd thì $m_{H_2SO_4}$ sẽ là A g và khối lượng nước sẽ là (100 – A) g, khối lượng H_2 tạo thành là 5 g.

Theo phương trình (1) (2)

Cứ 98 g H_2SO_4 có 2 g H_2 bay ra

A g $\frac{2A}{98}$ g H_2

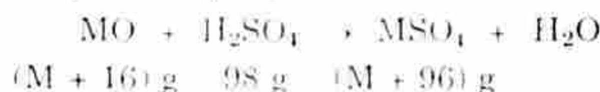
Theo phương trình (3): 36 g H_2O có 2 g H_2

(100 – A) $\frac{2(100 - A)}{36}$

$$\frac{2A}{98} + \frac{2\ (100 - A)}{36} = 5$$

Giải ra ta có A = 15,8 → A% = 15,8%

12. Phương trình phản ứng: Gọi kim loại hóa trị II là M



$$MO + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + H_2O$$
$$(M + 16)\ g \quad 98\ g \quad (M + 96)\ g$$

Trong 100 g dung dịch H_2SO_4 có 15,8 g H_2SO_4

$$\frac{98.100}{15,8} \longleftarrow 98\ g$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng :

$$m_{MO} + m_{dd\ axit} = m_{dd\ muối}$$

Trong 100 g dd muối chứa 18,21g MSO_4

$$\frac{(M + 96) \times 100}{18,21} \longleftarrow (M + 96)\ g$$

$$(M + 96) + \frac{98.100}{15.8} = \frac{(M + 96) \times 100}{18,21}$$

Giải ra M = 24,3 (Mg)

13. Phương trìnhphản ứng :

$$2R(HCO_3)_n + n\ H_2SO_4 \rightarrow R_2(SO_4)_n + 2n\ H_2O + 2n\ CO_2\uparrow$$

2 mol 1 mol

$$\frac{9,875}{R + 61n}\ mol \qquad \frac{8,25}{2R + 96n}\ mol$$

$$2 \cdot \frac{8,25}{2R + 96n} = \frac{9,875}{R + 61n}$$

Giải ra ta được R = 18n

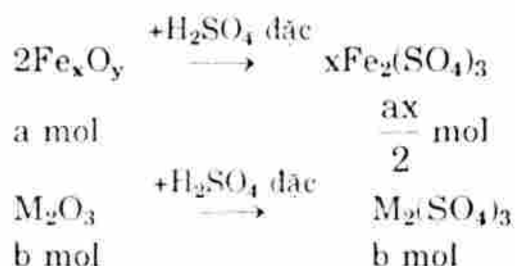
n = 1 → R = 18 (loại nếu R là kim loại)

n = 2 → R = 36 (loại)

n = 3 → R = 54 (loại)

Vậy gốc R là NH_4^+ có hóa trị 1, muối có công thức cấu tạo là NH_4HCO_3 : Amoni hiđrocacbonat

14. Vì các sắt oxit khi tác dụng với H_2SO_4 đặc đều tạo muối $Fe_2(SO_4)_3$ do đó ta có sơ đồ:



$$2Fe_xO_y \xrightarrow{+H_2SO_4\ đặc} xFe_2(SO_4)_3$$
$$a\ mol \qquad \frac{ax}{2}\ mol$$

$$M_2O_3 \xrightarrow{+H_2SO_4\ đặc} M_2(SO_4)_3$$
$$b\ mol \qquad b\ mol$$

Vì khối lượng muối thu được gấp 1,356 lần khối lượng $Fe_2(SO_4)_3$ nên:

$$\underbrace{400}_{m_{Fe_2(SO_4)_3}}.0,5\,ax + (2M + 288)b = 1,356\,(400.0,5ax)$$

Rút ra : $b\,(2M + 288) = 71,2\,ax$

Vậy : $\dfrac{a}{b} = \dfrac{M + 144}{36,5x} = 1,6$ hay $M + 144 = 56,96x$ (1)

Biện luận (1)

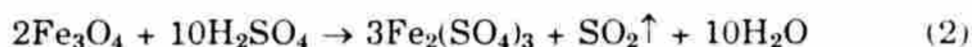
Vì x là chỉ số nguyên tử của Fe trong các công thức FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 nên khi

$x = 1 : M < 0$

$x = 2 : M < 0$

$x = 3 : M = 170,88 - 144 = 26,88$ (Al)

Vậy A hỗn hợp gồm : Fe_3O_4 và Al_2O_3



$$2Fe_3O_4 + 10H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + 10H_2O \quad (2)$$

a mol 1,5a mol 0,5a mol

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O \quad (3)$$

Từ phương trình (2) $n_{SO_2} = 0,5a = \dfrac{0,1792}{22,4} = 0,008$

Vậy a = 0,016; b = 0,01 (theo đầu bài cho $\dfrac{a}{b} = 1,6$)

- Khối lượng hỗn hợp A: $(232 \times 0,016) + (102.0,01) = 4,732$g.
- Khối lượng hỗn hợp muối: $(400 \times 1,5 \times 0,016) + (342.0,01) = 13,02$g

MỤC LỤC

Chương 5
SỰ ĐIỆN PHÂN

Chương 6
LÍ THUYẾT VỀ PHẢN ỨNG HÓA HỌC

Chương 7
NHÓM HALOGEN

Chương 8
NHÓM OXI

SÁCH PHÁT HÀNH TẠI

ĐÀ NẴNG:

CÔNG TY CP SÁCH - TBTH – 78 Bạch Đằng

THANH HÓA:

NS VĂN HÓA – 27 – 29 Đại lộ Lê Lợi

NGHỆ AN:

NS VĂN HÓA – 343 Lê Duẩn – TP. Vinh

QUẢNG BÌNH:

CÔNG TY SÁCH TBTH – 03 Mẹ Suốt và 257 Trần Hưng Đạo

QUẢNG TRỊ:

CỬA HÀNG SÁCH GIÁO DỤC – 283 Trần Hưng Đạo

HUẾ:

NS HỒNG ĐỨC – 59 Trần Phú

QUẢNG NAM:

CÔNG TY SÁCH TBTH – 190 Phan Chu Trinh
NS SIÊU THỊ VĂN HÓA ĐIỆN ẢNH TAM KỲ – 24 Trần Cao Vân

QUẢNG NGÃI:

NS VĂN HÓA – 204 Nguyễn Nghiêm
NS TRẦN QUỐC TUẤN – 526 Quang Trung

BÌNH ĐỊNH:

NS VĂN HÓA – 120 Lê Lợi – Quy Nhơn

PHÚ YÊN:

NS VĂN HÓA – Ô phố B8 khu dân dụng DUY TÂN – Tuy Hòa

KHÁNH HÒA:

CÔNG TY CP PHS – 34 – 36 Thống Nhất – Nha Trang
SIÊU THỊ TÂN TIẾN – 11 Lê Thành Phương

BÌNH THUẬN:

NS HƯNG ĐẠO – 328 Trần Hưng Đạo – TP. Phan Thiết

ĐỒNG NAI:

NS KIM NGÂN – 88 Cách Mạng Tháng Tám – TP. Biên Hòa

VŨNG TÀU:

NS ĐÔNG HẢI – 38 Lý Thường Kiệt
NS ABC – 204 Bình Giã

GIA LAI:

NS NHÂN DÂN – 06 Lê Lợi – Pleiku
CÔNG TY SÁCH TBTH – 40B Hùng Vương

DAKLAK:

NS GIÁO DỤC – 19 Trường Chinh
NS LÝ THƯỜNG KIỆT – 55 – 57 Lý Thường Kiệt
CÔNG TY CP VĂN HÓA DAKLAK – 01 Hai Bà Trưng

KONTUM:

CÔNG TY CP SÁCH TBTH - 129 Phan Đình Phùng

LÂM ĐỒNG:

CÔNG TY CP SÁCH TBTH – 09 Nguyễn Văn Cừ – Đà Lạt
CÔNG TY CP IN VÀ PHS – 18 Khu Hòa Bình – Đà Lạt

DĂK NÔNG:

CÔNG TY SÁCH TBTH – 151 Hai Bà Trưng
NS GIÁO DỤC – 30 Trần Hưng Đạo – Gia Nghĩa

TÂY NINH:

NS VĂN NGHỆ – 295 Đường 30 tháng 4

LONG AN:

CÔNG TY PHS – 04 Võ Văn Tần – TX. Tân An

TIỀN GIANG:

CÔNG TY CP SÁCH TBTH – 22 Hùng Vương – TP. Mỹ Tho

VĨNH LONG:

HS MƯỜI – 15 Lê Thái Tổ

CẦN THƠ:

CÔNG TY CP SÁCH TBTH – 132 Đường 30 tháng 4
94 XÔ VIẾT NGHỆ TĨNH

HẬU GIANG:

CÔNG TY SÁCH TBTH – 50 Nguyễn Thái Học – TX Vị Thanh

ĐỒNG THÁP:

NS VIỆT HƯNG – 200 Nguyễn Huệ – TP. Cao Lãnh

BẾN TRE:

CÔNG TY CP SÁCH TBTH – 03 Đồng Khởi

SÓC TRĂNG:

NS TRẺ – 41 Trần Hưng Đạo

AN GIANG:

TT VĂN HÓA TỔNG HỢP – 15 – 17 Hai Bà Trưng

BẠC LIÊU:

CÔNG TY CP SÁCH TBTH – 59 Lý Thường Kiệt – Phường 3
TRUNG TÂM PHS – 57 Hoàng Văn Thụ

KIÊN GIANG:

NS ĐÔNG HỒ I – 98B Trần Phú – Rạch Giá
NS ĐÔNG HỒ II – 989 Nguyễn Trung Trực – Rạch Giá

CÀ MAU:

CÔNG TY CP SÁCH TBTH – 26 – 28 Lê Lợi – Phường 2

TRÀ VINH:

NS LIÊN SƯƠNG – 127 Trần Quốc Tuấn

BÌNH DƯƠNG:

NHÀ SÁCH 277 – 518 Cách Mạng Tháng Tám – Thủ Dầu Một

SÁCH CÓ BÁN LẺ TẠI CÁC CỬA HÀNG SÁCH TRÊN TOÀN QUỐC